



Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica

Curso de Engenharia de Materiais



Guilherme de Barros Manzine

**PANORAMA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE
REFRIGERAÇÃO POR MEIO DE COMPRESSORES
HERMÉTICOS.**

Florianópolis – SC

2024

Guilherme de Barros Manzine

**PANORAMA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE REFRIGERAÇÃO
POR MEIO DE COMPRESSORES HERMÉTICOS.**

Trabalho Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia de
Materiais do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para a
obtenção do título de Engenheiro de
Materiais

Orientador: Guilherme Mônego, Me.

Coorientador: Prof. Cristiano Binder, Dr.

Florianópolis – SC

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Manzine, Guilherme de Barros
Panorama de tecnologias alternativas de refrigeração por
meio de compressores herméticos / Guilherme de Barros
Manzine ; orientador, Guilherme Mõnego, 2023.
97 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia de Materiais, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Materiais. 2. Inteligência competitiva
tecnológica. 3. Refrigeração por compressores herméticos. 4.
Inovação. I. Mõnego, Guilherme. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Materiais. III.
Título.

Guilherme de Barros Manzine

**PANORAMA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE REFRIGERAÇÃO
POR MEIO DE COMPRESSORES HERMÉTICOS.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro de Materiais e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina.

Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Guilherme Mônico, Me. Eng.
UFSC – Dpt. Eng. Mecânica

Coorientador: Prof. Cristiano Binder, Dr. Eng.
UFSC – Dpt. Eng. Mecânica

Avaliador: Sewin Ken'Yti Horita, Me. Eng.
UFSC – Dpt. Eng. Mecânica

Avaliador: Prof. Diego Berti Salvaro, Dr. Eng.
UFSC – Dpt. Eng. Mecânica

Florianópolis, 2024

O trabalho a seguir é dedicado aos meus pais, família, amigos,
colegas, e todos que fizeram parte desta trajetória até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, sem Ele eu nada seria. Aos meus pais, tios e família que me apoiam e motivam desde a tenra idade. À minha namorada que me suporta nessa caminhada e foi de enorme auxílio durante a elaboração do trabalho.

Agradeço ao Laboratório de Materiais, em especial ao GGI pela oportunidade de desenvolver-se como profissional e por todas as oportunidades.

Agradeço ao Mestre orientador Guilherme Mônico pelo auxílio e tempo cedido durante a execução deste TCC; aos demais colegas de trabalho que participaram indiretamente da produção do trabalho pelo companheirismo e pelas descontrações.

Por fim, agradeço aos meus amigos Enzo Vanzuita Piazeira, Matheus Hromatka, Pedro Cordula de Sousa, Artur Ferrari Fernandes e Bernardo Amin Osborne, colegas de curso e da faculdade que sempre estiveram comigo como excelentes profissionais e companheiros nos divertimentos e momentos difíceis.

E isso conserves como chumbo aos pés,
pra mais lento mover-se o teu cansaço
tanto ao sim como ao não que tu não vês,
porque é entre os estultos o mais crasso
quem sem discernimento afirma e nega,
tão como no primeiro, noutro passo.

(Dante Alighieri, Paraíso, Canto XIII, v 112-117, Século XIV)

RESUMO

O presente trabalho visa apresentar um panorama de novas tecnologias de refrigeração por meio de compressores herméticos, evidenciando-as em três fontes de pesquisa: artigos, patentes e pesquisa aberta. O estudo aplica a metodologia de análise de Inteligência Competitiva Tecnológica, desenvolvida no Grupo de Gestão da Informação – LabMat. Os resultados da pesquisa ressaltaram a presença de inovações em cinco grandes setores: agricultura, casa e varejo, transporte, informática e saúde. O texto aborda diversos temas relacionados a sistemas de refrigeração, como armazenamento farmacêutico, resfriamento de servidores, crioterapia e sistemas eletrônicos. O ponto comum destacado é a importância do controle preciso da temperatura em várias aplicações, desde a preservação da qualidade de medicamentos até a eficiência energética em alguns produtos. Para os artigos, um destaque foi dado ao avanço nas tecnologias de compressores lineares, e a presença de fluidos refrigerantes com baixo potencial de aquecimento atmosférico, bem como modelos matemáticos para análise de sistemas novos ou já existentes. Por fim, as patentes apresentadas relacionadas a sistemas de refrigeração e tecnologias associadas têm como objetivo principal melhorar a eficiência, a sustentabilidade e a aplicabilidade desses sistemas, seja por meio de inovações tecnológicas, dispositivos de controle avançados, novos componentes ou a adaptação de tecnologias existentes para diversas áreas de aplicação.

Palavras-chave: Inteligência competitiva tecnológica. Refrigeração. Compressores herméticos. Análise patentária. Análise científica.

ABSTRACT

The present work aims to provide an overview of new refrigeration technologies by hermetic compressors, highlighting them in three research sources: articles, patents, and open research. The study applies the methodology of Technological Competitive Intelligence analysis, developed in the Information Management Group – LabMat. The research results emphasized the presence of innovations in five major sectors: agriculture, home and retail, transportation, information technology, and health. The text covers various topics related to refrigeration systems, such as pharmaceutical storage, server cooling, cryotherapy, and electronic systems. The common point highlighted is the importance of precise temperature control in various applications, from preserving the quality of medicines to energy efficiency in some products. For articles, emphasis was given to advancements in linear compressor technologies and the presence of refrigerants with low atmospheric warming potential, as well as mathematical models for analyzing new or existing systems. Finally, the patents presented related to refrigeration systems and associated technologies aim to improve the efficiency, sustainability, and applicability of these systems, either through technological innovations, advanced control devices, new components, or the adaptation of existing technologies for various applications.

Keywords: Technological competitive intelligence. Refrigeration. Hermetic compressors. Patent analysis. Scientific analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Corte de um compressor hermético a pistão.	24
Figura 2 – Diagrama do processo de desenvolvimento de um relatório.	26
Figura 3 - Fluxograma de processo de Inteligência Competitiva.	29
Figura 4 - Diagrama de Venn do universo amostral das linhas de busca.	30
Figura 5 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.1.1. até 5.1.4.	33
Figura 6 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.1.5. até 5.1.8.	35
Figura 7 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.1.9., 5.1.11 até 5.1.14.	37
Figura 8 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.2.1. até 5.2.4.	38
Figura 9 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.2.5. até 5.2.7.	39
Figura 10 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.3.1. até 5.3.7.	41
Figura 11 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.3.8. até 5.3.13.	43
Figura 12 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.4.1. até 5.4.4.	44
Figura 13 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.4.5. até 5.4.7.	45
Figura 14 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.5.1. , 5.5.3. e 5.5.4.	47
Figura 15 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.5.5. até 5.5.8.	48
Figura 16 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.5.9. até 5.5.12.	49
Figura 17 - Número de publicações de artigos anuais.	50
Figura 18 - Número de publicações de artigos por país.	51
Figura 19 - Número de publicações de artigos anuais.	52
Figura 20 - Número de publicações de artigos por país.	53
Figura 21 - Proporção de publicações de artigos por área.	53
Figura 22 - Configuração do compressor linear de bobina móvel.	56
Figura 23 - Diagrama de blocos detalhado da parte do controlador MIMO. PID: derivada integral proporcional; VSC: compressor scroll de velocidade variável; EEV: válvula de expansão tipo eletrônica; EEVO: percentual de abertura de EEV.	57
Figura 24 - Diagrama esquemático do ciclo de refrigeração com sistema de abastecimento de gás.	58
Figura 25 - Diagrama estrutural do compressor linear de pistão duplo.	59
Figura 26 - Vista explodida do compressor linear.	60
Figura 27 - Número de publicações de patentes anuais.	61

Figura 28 - Número de publicações de patentes por país.	62
Figura 29 - Número de publicações de patentes por empresa.	62
Figura 30 - Número de publicações de patentes anuais.	64
Figura 31 - Número de patentes protegidas por país.	64
Figura 32 - Status das patentes.	65
Figura 33 - Layout da disposição do dispositivo em forma de unidade com refrigeração dinâmica a ar.	69
Figura 34 - Vista frontal da estrutura geral da invenção.	70
Figura 35 - Unidade de resfriamento <i>AirDisc</i> com lâmina de ventilador oculta, esquema de vista frontal.	72
Figura 36 - Diagrama de estrutura de blocos de um sistema de ar condicionado com aumento de entalpia para um veículo elétrico de acordo com uma modalidade da patente.	73
Figura 37 - Vista em perspectiva de uma parte interna de um compressor hermético, de sua parte superior onde estão localizados o cabeçote, cilindro, pistão, biela, entre outros componentes.	75
Figura 38 - Esquema de um circuito refrigerante de uma máquina de refrigeração por compressão.	76
Figura 39 - Vista em corte vertical de um compressor do tipo selado de acordo com a presente invenção.	78
Figura 40 - Esquema de um sistema típico de <i>chiller</i>	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indústrias, tamanho de mercado e CAGR esperado.....	17
Tabela 2 - <i>Query</i> de busca de artigos na base <i>Scopus</i>	50
Tabela 3 - <i>Query</i> de busca de artigos na base <i>Scopus</i>	52
Tabela 4 - <i>Query</i> de busca de patentes na base <i>Orbit</i>	61
Tabela 5 - <i>Query</i> de busca de patentes na base <i>Orbit</i>	63
Tabela 6 - <i>Query</i> de busca de patentes na base <i>Orbit</i>	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCI: *Technological competitive Intelligence*

CAGR: *Compound annual growth rate*

GGI: Grupo de gestão da inovação

TCC: Trabalho de Conclusão de Curso

UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

eVTOL: *Electric vertical take-off and landing* ou aeronave de decolagem e aterrissagem vertical.

LINAC: *Linear Particle Accelerator*

CT: *Computed tomography*

MRI: *Magnetic resonance imaging*

PID: *Proportional-integral-derivative*

ULD: *Unit load device*

HVAC: *Heating, Ventilation and Air Conditioning*

VCS: *Vapor cooling system*

HPC: *High power charging*

CFD: *Computational fluid dynamics*

CPU: *Central processing unit*

GPU: *Graphics processing unit*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVO	18
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1. INTELIGÊNCIA COMPETITIVA TECNOLÓGICA.....	19
3.2. REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSORES HERMÉTICOS	20
4. METODOLOGIA	26
5. INOVAÇÕES ENCONTRADAS – PESQUISA ABERTA	32
5.1. SETOR AGRÍCOLA	32
5.1.1. <i>CattleVacBox</i>	32
5.1.2. <i>Embryo Freezer</i>	33
5.1.3. Controle de temperatura em estábulo	33
5.1.4. Sistema de resfriamento por almofadas	33
5.1.5. Refrigeração de frutas	34
5.1.6. Compartimento portátil de frutas e vegetais	34
5.1.7. Dispositivo de preservação de frutas e vegetais com baixas quantidades de oxigênio	34
5.1.8. Dispositivo de pré-resfriamento de frutas e vegetais	34
5.1.9. Máquina produtora de gelo para congelamento de peixes.....	35
5.1.10. Sistema de refrigeração de peixes por energia solar	35
5.1.11. Carrossel de resfriamento de peixes.....	35
5.1.12. Iniciativa de resfriamento verde	36
5.1.13. Refrigeração de produtos laticínios com fornecimento de energia intermitente.....	36
5.1.14. Sistema de refrigeração em agricultura vertical	36
5.2. SETOR DOMÉSTICO E DE VAREJO	37
5.2.1. Caixa de armazenamento de leite refrigerado a ar.....	37
5.2.2. Cooler para flores.....	37
5.2.3. Freezer refrigerador	38
5.2.4. Refrigerador <i>BioFresh</i>	38
5.2.5. Cadeira refrigeradora	39
5.2.6. Preparar e armazenar.....	39
5.2.7. Cooler de caviar	39

5.3.	SETOR DE TRANSPORTE E MOBILIDADE.....	40
5.3.1.	Carros elétricos	40
5.3.2.	Caminhão elétrico	40
5.3.3.	Van de entrega de “última milha”	40
5.3.4.	Ônibus elétrico	40
5.3.5.	Caminhões elétricos com refrigeração.....	41
5.3.6.	Dispositivo de carregamento refrigerado.....	41
5.3.7.	Containers refrigerados para transporte marítimo	41
5.3.8.	Aplicações militares.....	42
5.3.9.	eVTOL	42
5.3.10.	Célula de combustível	42
5.3.11.	Refrigerador portátil.....	42
5.3.12.	Estação de carregamento de altas cargas.....	42
5.3.13.	Bicicleta de carga refrigerada.....	42
5.3.14.	Vinícola aérea.....	43
5.4.	SETOR DE COMPUTAÇÃO	43
5.4.1.	Gabinetes e Data Centers	43
5.4.2.	Resfriamento por trocador de fase	44
5.4.3.	Fabricação de semicondutores	44
5.4.4.	Desktops.....	44
5.4.5.	Laptops.....	45
5.4.6.	Dispositivo móvel	45
5.4.7.	Resfriamento de servidores.....	45
5.5.	SETOR DE SAÚDE.....	46
5.5.1.	Refrigeradores farmacêuticos	46
5.5.2.	Sistemas de refrigeração no ramo farmacêutico	46
5.5.3.	Armazenamento a frio em bancos de sangue.....	46
5.5.4.	Armazenamento de vacinas	46
5.5.5.	Refrigerador portátil médico.....	47
5.5.6.	Terapia muscular de criogenia	47
5.5.7.	Terapia criogênica contra o câncer de pele.....	47
5.5.8.	Refrigeração de cosméticos	47
5.5.9.	Refrigerador bioquímico	48
5.5.10.	Scanners CT e máquinas de MRI.....	48
5.5.11.	Acelerador linear (LINAC)	48

5.5.12.	Equipamentos de extração química.....	49
6.	ARTIGOS ACADÊMICOS.....	50
6.1.	INFORMAÇÕES GERAIS	50
6.2.	ARTIGOS RELEVANTES	54
6.2.1.	<i>Modeling and measurement of a moving coil oil-free linear compressor performance for refrigeration application using R134a</i>	<i>55</i>
6.2.2.	<i>Design of microcontroller-based decentralized controller board to drive chiller systems using PID and fuzzy logic algorithms</i>	<i>56</i>
6.2.3.	<i>Research on performance of refrigeration centrifugal compressor with gas bearings for water chillers</i>	<i>57</i>
6.2.4.	<i>A Novel Oil-Free Dual Piston Compressor Driven by a Moving Coil Linear Motor with Capacity Regulation Using R134a</i>	<i>59</i>
6.2.5.	<i>Static and dynamic characteristics of a novel moving magnet linear compressor</i>	<i>60</i>
7.	PATENTES.....	61
7.1.	INFORMAÇÕES GERAIS	61
7.2.	PATENTES RELEVANTES	66
7.2.1.	<i>A refrigeration unit with dynamic air cooling and a working element of the unit 67</i>	<i>67</i>
7.2.2.	<i>New energy multi-input refrigerating system of refrigerator car.....</i>	<i>69</i>
7.2.3.	<i>Airdisc technology: centrifugal compression and decompression for cooling</i>	<i>70</i>
7.2.4.	<i>Compressor, air conditioning system and vehicle</i>	<i>72</i>
7.2.5.	<i>Head fastening arrangement of cooling compressor.....</i>	<i>73</i>
7.2.6.	<i>Spindle compressor using refrigerant cooling for housing and rotor</i>	<i>75</i>
7.2.7.	<i>Hermetic compressor and refrigerator</i>	<i>76</i>
7.2.8.	<i>Use of r-1233 in liquid chillers</i>	<i>78</i>
8.	CONCLUSÕES	80
	REFERÊNCIAS.....	82

1. INTRODUÇÃO

A base da inteligência competitiva tecnológica reside em sua capacidade de fornecer vantagem estratégica ao reunir informações sobre oportunidades de negócios, estratégias dos concorrentes e influências externas (NASRI, 2011). A inteligência competitiva é a aplicação prática das melhores práticas de gestão e das tecnologias da informação que beneficiam uma empresa na consecução eficiente e eficaz de seus objetivos (ZAIDAN et al., 2022). Envolve a coleta de informações de diversas fontes, como internas, externas, concorrentes, clientes, fornecedores e tecnologias, para apoiar a tomada de decisões e obter uma vantagem competitiva (BAJABER, 2018). Além disso, a inteligência técnica competitiva envolve o monitoramento do ambiente competitivo e técnico de uma organização para facilitar uma melhor tomada de decisões em áreas como inovação tecnológica, previsões, design de produtos e pesquisa e desenvolvimento (DAS, 2010).

A inteligência competitiva está intimamente relacionada à gestão do conhecimento, uma vez que pequenas e médias empresas tecnológicas podem eficientemente integrar e desenvolver recursos internos e utilizar plenamente atividades de inteligência competitiva para obter novos recursos, impactando seu desempenho inovador (ZUOCHUN, 2023).

A aquisição de informações geradoras de inteligência competitiva tecnológica envolve o uso de várias ferramentas, como análise de patentes e bibliometria, para apoiar a inteligência tecnológica competitiva (BERGERON & HILLER, 2002). Além disso, a adoção de tecnologias de inteligência artificial pode proporcionar melhores vantagens competitivas e aumentar a automação no processo de inteligência competitiva (CHEN, 2022).

O mercado de refrigeração desempenha um papel importante na manutenção de produtos e ambientes em temperaturas controladas, atendendo a uma ampla gama de setores, desde alimentos e bebidas até medicamentos e tecnologia. O crescente interesse pela conservação de produtos perecíveis, aliado às demandas regulatórias e ao avanço tecnológico, tem impulsionado o desenvolvimento e a inovação nesse mercado. De acordo com o relatório da *Grand View Research* (2022), estima-se que o mercado global de refrigeração atingiu um valor de US\$ 19,73 bilhões em 2022, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 4,4 % de 2023 até 2030. Alguns setores destacam-se com a sua necessidade por refrigeração, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1 - Indústrias, tamanho de mercado e CAGR esperado.

Indústria	Tamanho de Mercado atual (USD)	CAGR esperado para aplicações de refrigeração nos próximos anos
Agricultura	720,8 mi (2021)	9,1% de 2021 até 2028
Casa	81,9 bi (2021)	4,8% de 2021 até 2028
Varejo	32,0 bi (2021)	6,2% de 2021 até 2026
Transporte e mobilidade	113,4 bi (2022)	7,2% de 2022 até 2027
Informática	15,7 bi (2022)	17,1% de 2022 até 2030
Saúde	3,5 bi (2021)	6,3% de 2022 até 2030

Fonte: Autor

A utilização de compressores herméticos - selados hermeticamente para evitar vazamentos de refrigerante - desempenha um papel relevante na eficiência e confiabilidade dos sistemas de refrigeração. Sua concepção compacta e autocontida simplifica a instalação e manutenção, tornando-os uma escolha essencial para otimizar o desempenho e prolongar a vida útil de sistemas de refrigeração em uma variedade de aplicações.

Além disso, os avanços tecnológicos estão impulsionando a inovação no mercado de refrigeração. Novas soluções, como a refrigeração sustentável usando gases refrigerantes de baixo potencial de aquecimento global (GWP), sistemas de refrigeração com baixo consumo de energia e monitoramento inteligente, estão moldando o futuro desse setor. Essas inovações visam atender às demandas crescentes por eficiência energética, redução de impacto ambiental e conformidade com regulamentações mais rígidas.

Com base nessas tendências e perspectivas promissoras, o mercado de refrigeração está passando por um período dinâmico de crescimento e transformação. As empresas que conseguirem se adaptar e fornecer soluções eficientes, sustentáveis e tecnologicamente avançadas estarão bem-posicionadas para aproveitar as oportunidades nesse mercado em expansão.

2. OBJETIVO

O presente trabalho visa elaborar um panorama de tecnologias emergentes em refrigeração, destacando inovações por meio de compressores herméticos e apresentando as tendências na área.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma revisão do estado da arte de compressores herméticos;
- Mapear as linhas de pesquisa desenvolvidas na academia e no ramo empresarial para soluções de refrigeração;
- Apresentar os resultados mais relevantes em termos de patentes e artigos científicos para sistemas de arrefecimento, destacando as inovações encontradas;
- Auxiliar no processo de tomada de decisão para empresas que trabalhem com refrigeração a partir da metodologia de TCI aplicada no trabalho.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. INTELIGÊNCIA COMPETITIVA TECNOLÓGICA

No atual cenário empresarial altamente competitivo, a busca por uma vantagem competitiva tornou-se essencial para as organizações. Com desafios que vão desde interrupções tecnológicas até mudanças no comportamento do consumidor que desafiam modelos de negócios tradicionais, os executivos devem compreender de forma aguçada as forças competitivas externas que impactam suas organizações (BRITO, 2023). Nesse contexto, a inteligência competitiva desempenha um papel fundamental, permitindo que as empresas coletem e analisem informações estratégicas coletadas de maneira eficiente e ética para tomar decisões mais embasadas. Em particular, a inteligência competitiva tecnológica concentra-se nas informações relacionadas às tecnologias emergentes e suas aplicações estratégicas. Ela envolve a coleta sistemática e análise de informações relacionadas às tecnologias utilizadas por empresas concorrentes e o seu impacto no mercado. Segundo Albuscu, Pugna e Paraschiv (2008), a inteligência competitiva tecnológica se concentra em compreender as tecnologias emergentes, as patentes registradas pelas empresas concorrentes, as atividades de pesquisa e desenvolvimento e as tendências tecnológicas.

Conforme Govoreanu et al. (2010), a análise das atividades tecnológicas dos concorrentes permite que as empresas identifiquem lacunas em seus próprios conhecimentos e capacidades, além de identificar oportunidades para desenvolver produtos ou serviços inovadores. Ademais, de acordo com Herring (1992), a inteligência competitiva tecnológica desempenha um papel crucial na formulação da estratégia de negócios pois permite que as empresas entendam as forças e fraquezas tecnológicas dos concorrentes, bem como as tendências tecnológicas que moldam o mercado. Essas informações ajudam as organizações a tomar decisões estratégicas fundamentadas, como investir em pesquisa e desenvolvimento, formar parcerias estratégicas ou adquirir empresas com tecnologias complementares.

Um aspecto importante da inteligência competitiva tecnológica é a análise de patentes. Segundo Araújo (2020), as patentes fornecem informações valiosas sobre as inovações tecnológicas desenvolvidas pelas empresas. Ao analisar as patentes dos

concorrentes, é possível identificar áreas de pesquisa nas quais estão focando, bem como identificar oportunidades para aprimorar a própria propriedade intelectual.

A inteligência competitiva tecnológica também envolve a análise das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas concorrentes. Isso permite que as organizações identifiquem as áreas nas quais os concorrentes estão investindo em P&D, as parcerias que estão estabelecendo e as tecnologias emergentes que estão explorando. Essas informações podem orientar as decisões estratégicas, como a alocação de recursos para a P&D ou a identificação de possíveis colaborações com outras empresas. Conforme destacado por Albuscu, Pugna e Paraschiv (2008), estar ciente das tecnologias que estão moldando o mercado é essencial para se manter competitivo. Isso pode envolver a análise de relatórios de pesquisa, a participação em conferências e feiras do setor, e o acompanhamento das notícias e publicações especializadas.

3.2. REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSORES HERMÉTICOS

Um dos principais impulsionadores da utilização de refrigeração é o setor de alimentos e bebidas, que depende fortemente de sistemas de refrigeração para garantir a qualidade e a segurança dos produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos. O relatório de François Billiard (2002) nos mostra que, com o aumento da conscientização sobre a importância da conservação de alimentos frescos e a necessidade de reduzir o desperdício, espera-se que a demanda por soluções de refrigeração eficientes e sustentáveis continue a crescer e, mais de vinte anos depois, a tendência permanece.

Ademais, a refrigeração desempenha um papel fundamental no agronegócio, proporcionando a extensão da vida útil de produtos perecíveis. Suas aplicações abrangem principalmente o armazenamento refrigerado e o processamento de alimentos. As instalações de armazenamento refrigerado têm a finalidade de preservar os produtos, enquanto a refrigeração nas instalações de processamento é responsável por manter a qualidade dos alimentos durante as etapas de processamento e embalagem. A aplicação da refrigeração é indispensável para assegurar a integridade e a segurança alimentar, tornando-se um aspecto de extrema importância no setor do agronegócio.

Nos setores residencial e varejista, a refrigeração desempenha um papel essencial na preservação de alimentos perecíveis e no estabelecimento de ambientes confortáveis para moradia e compras. As principais aplicações incluem o uso de refrigeradores domésticos, sistemas de ar-condicionado e sistemas de refrigeração para exposição de produtos em estabelecimentos comerciais.

Em relação à saúde, a refrigeração desempenha um papel crítico na manutenção da qualidade e segurança de produtos médicos sensíveis à temperatura. Suas principais aplicações englobam o armazenamento de vacinas e biofármacos, além do uso de sistemas de refrigeração em equipamentos médicos. A refrigeração contribui para a preservação da potência e eficácia desses produtos, garantindo sua utilização segura e eficaz no cuidado aos pacientes. O relatório de mercado da *Markets and Markets* (2022) apresenta uma expansão do acesso a cuidados médicos em todo o mundo e o aumento da demanda por tratamentos especializados; espera-se um aumento significativo na demanda por equipamentos de refrigeração nesse setor.

Tratando-se do setor de mobilidade, a refrigeração é crucial para a conservação de cargas perecíveis, a regulação da temperatura no interior das cabines e o resfriamento de componentes de veículos, como baterias. A refrigeração garante o transporte seguro de produtos perecíveis, proporcionando maior conforto aos passageiros e melhor desempenho e vida útil das baterias.

No setor de informática, a refrigeração desempenha um papel fundamental na manutenção do desempenho de dispositivos eletrônicos. Suas principais aplicações incluem a utilização de sistemas de ar-condicionado para salas de servidores e data centers, bem como sistemas de refrigeração para dispositivos de computação de alto desempenho, como supercomputadores e computadores de jogos. Os sistemas de refrigeração eficazes auxiliam na regulação da temperatura, prevenindo o superaquecimento e garantindo o funcionamento adequado dos componentes eletrônicos sensíveis.

Compressores herméticos são amplamente utilizados em diversas aplicações, incluindo sistemas de refrigeração. Esses compressores são unidades seladas que consistem em um motor, compressor e outros componentes contidos em uma única carcaça. Eles são conhecidos por seu tamanho compacto, eficiência e confiabilidade (CABELLO et al., 2015).

Existem vários tipos de compressores herméticos, cada um com seu próprio princípio de funcionamento. Um tipo comum é o compressor de pistão alternativo, que usa um arranjo pistão-cilindro para comprimir o refrigerante. O movimento alternativo do pistão cria cursos de sucção e compressão, permitindo que o refrigerante entre no cilindro, seja comprimido e, em seguida, seja descarregado (SHAHZAD et al., 2022). Outro tipo é o compressor de espiral, que usa duas espirais intercaladas para comprimir o refrigerante. As espirais se movem em um movimento circular, aprisionando e comprimindo o refrigerante entre elas (MORINI et al., 2015). Além disso, existem compressores lineares que operam com um movimento linear, proporcionando maior eficiência e versatilidade (BORGES et al., 2021).

O princípio de funcionamento dos compressores herméticos envolve a compressão do refrigerante para aumentar sua pressão e temperatura. Isso é alcançado criando uma diferença de pressão entre os lados de sucção e descarga do compressor. O motor do compressor aciona o pistão ou as espirais para criar a força de compressão necessária. O refrigerante entra no compressor a baixa pressão e temperatura e, à medida que passa pela câmara de compressão, ele é comprimido e sua temperatura e pressão aumentam. O refrigerante comprimido é então descarregado do compressor e enviado para o condensador para processamento adicional no ciclo de refrigeração (CABELLO et al., 2015).

O desempenho dos compressores herméticos pode ser influenciado por vários fatores. A escolha do refrigerante desempenha um papel importante na determinação da capacidade de resfriamento, nível de potência sonora e eficiência geral do compressor (MAKSIMOV, 2020). O projeto e os materiais usados nos componentes do compressor, como pistões, válvulas e rolamentos, podem afetar o comportamento tribológico e o desempenho geral do compressor (MELLO et al., 2009). Além disso, as condições de operação, como superaquecimento e requisitos de resfriamento, podem impactar o desempenho e a eficiência dos compressores herméticos (SÁNCHEZ et al., 2010).

Compressores alternativos, de espiral e lineares são comumente usados em designs herméticos. Esses compressores funcionam comprimindo o refrigerante para aumentar sua pressão e temperatura. O desempenho dos compressores herméticos pode ser influenciado por fatores como a escolha do refrigerante, design, materiais e condições de operação.

A refrigeração por meio de compressores herméticos a vapor é um campo de estudo essencial para diversas indústrias que dependem do armazenamento e transporte de produtos perecíveis. Spagnol et al. (2017) aborda as novas tecnologias e avanços recentes no monitoramento da cadeia do frio. Os autores destacam a importância do monitoramento preciso da temperatura ao longo da cadeia de refrigeração, enfatizando a utilização de compressores herméticos a vapor como componentes fundamentais nesse processo. Através do uso de tecnologias avançadas de monitoramento, é possível garantir a qualidade e a segurança dos produtos refrigerados, com impactos positivos para a indústria de refrigeração.

Meneghetti et al. (2013) apresenta um modelo matemático para o armazenamento refrigerado de produtos agrícolas. Segundo os autores, o uso de compressores herméticos a vapor é fundamental, uma vez que esses dispositivos garantem a manutenção da temperatura adequada para a preservação dos produtos. O modelo proposto permite uma melhor compreensão do comportamento térmico durante o armazenamento refrigerado, auxiliando na otimização do uso dos compressores herméticos a vapor.

Uma pesquisa realizada por Ramírez-Atehortúa et al. (2022) aborda a valoração monetária de uma patente tecnológica no setor de produtos elétricos e de telecomunicações. Esse estudo destaca a importância das tecnologias patenteadas no desenvolvimento de sistemas de refrigeração mais eficientes e sustentáveis, que podem incluir melhorias nos compressores herméticos a vapor, resultando em ganhos de desempenho e redução de consumo energético em um setor tecnológico. Tolpygo (2016) apresenta um artigo de revisão sobre eletrônica digital supercondutora, abordando questões relacionadas à escalabilidade e eficiência energética. Embora não esteja diretamente ligado à refrigeração por compressão, o estudo destaca o papel fundamental da refrigeração criogênica na operação de dispositivos supercondutores, que apresentam alta velocidade e baixo consumo de energia. Essa tecnologia pode ter aplicações potenciais no campo da computação de alto desempenho e processamento de dados.

Jianbo et al. (2020) apresentam um ciclo de refrigeração combinado de absorção-compressão ativado pelo calor residual do motor. Nessa pesquisa, os autores exploram uma abordagem inovadora para a refrigeração, utilizando compressores herméticos a vapor em conjunto com ciclos de absorção. Essa combinação permite um melhor

aproveitamento do calor residual do motor, aumentando a eficiência energética do sistema de refrigeração.

A importância da refrigeração na cadeia de frio para a conservação de vacinas é abordada no estudo de Matthias et al. (2007). O estudo destaca a importância de manter as vacinas em temperaturas adequadas desde a produção até a administração, para garantir sua eficácia e segurança. Além disso, o artigo discute os desafios relacionados ao monitoramento e controle das temperaturas durante o transporte e armazenamento das vacinas.

As pesquisas científicas destacam a importância do desenvolvimento de tecnologias mais avançadas, que permitam o aprimoramento dos compressores herméticos a vapor, resultando em sistemas de refrigeração mais eficientes e sustentáveis.

Figura 1 Corte de um compressor hermético a pistão.



Fonte: MARCZAL, 2015

Estudos com o intuito de desenvolver tecnologias já existentes no ramo e esclarecer teoricamente o funcionamento de mecanismos também ocorrem em abundância. Por exemplo, a caracterização termodinâmica detalhada de compressores herméticos de pistão é abordada por Pérez-Segarra et al. (2005). O estudo investiga o

desempenho desses compressores, analisando fatores como eficiência volumétrica, perdas por atrito e vazamentos. Os resultados fornecem informações importantes para o projeto e otimização desses dispositivos, contribuindo para melhorias na eficiência energética dos sistemas de refrigeração.

Uma das áreas de pesquisa de otimização abordada é o uso do dióxido de carbono (CO₂) como um fluido refrigerante ecologicamente correto, conforme discutido por Barta, Groll e Ziviani (2021). Esse estudo destaca as diferentes configurações de sistemas de refrigeração por CO₂, como transcrito e subcrítico, e explora seu desempenho e limitações técnicas. O estudo de Ferrucci et al. (2018) por sua vez propõe o uso de sistemas de armazenamento termoquímico acionados por compressores mecânicos para aplicações de resfriamento em regiões tropicais insulares. Ao combinar essas abordagens, pode-se criar sistemas de refrigeração mais eficientes, com menor impacto ambiental e maior capacidade de atender às demandas específicas de regiões com acesso limitado à energia elétrica.

Sendo assim, um estudo que abarque diversas informações contidas na multiplicidade de documentos e patentes leva a combinações de interesse social, econômico e ambiental. Em um cenário em que a eficiência energética e a sustentabilidade são cada vez mais importantes, as pesquisas sobre refrigeração por compressão desempenham um papel crucial na busca por soluções que atendam às necessidades da sociedade moderna. O aprimoramento dessas tecnologias tem o potencial de impactar positivamente setores como refrigeração comercial, indústria de alimentos, saúde, transporte, agricultura, e computacional, proporcionando benefícios econômicos, ambientais e sociais significativos.

4. METODOLOGIA

O processo de criação dos relatórios de TCI inicia-se quando a empresa especifica o tema da demanda, possivelmente com foco em determinada tecnologia e competidores relevantes. Em seguida, é conduzida uma busca primeiramente abrangente, e gradativamente mais minuciosa que engloba patentes, artigos, notícias e outras fontes relevantes. A preocupação é assegurar que nenhuma informação relevante seja negligenciada, utilizando para isso diversas ferramentas de mineração de dados.

Para se obter informações sobre as linhas de desenvolvimento atuais, as publicações científicas (artigos) e patentes se apresentam como uma fonte confiável em termos mais gerais e amplos, enquanto as patentes são bons indicadores de desenvolvimentos específicos. Fontes abertas servem principalmente para buscas concernentes ao mercado, a produtos finais já expostos e vendidos por empresas, etc.

Posteriormente, são selecionados e filtrados os documentos de maior qualidade, realizando-se uma análise aprofundada e interpretando as informações com base na expertise na área. Por fim, é elaborado um relatório detalhado e imparcial, fornecendo uma síntese das informações coletadas e respondendo a questões-chave sobre a tecnologia em questão e o benchmarking com os competidores relevantes. O objetivo é oferecer aos clientes uma análise completa e confiável que os auxilie em suas decisões estratégicas e impulsione o sucesso de seus empreendimentos.

O mapeamento do processo pode ser simbolizado pelo esquema abaixo:

Figura 2 – Diagrama do processo de desenvolvimento de um relatório.



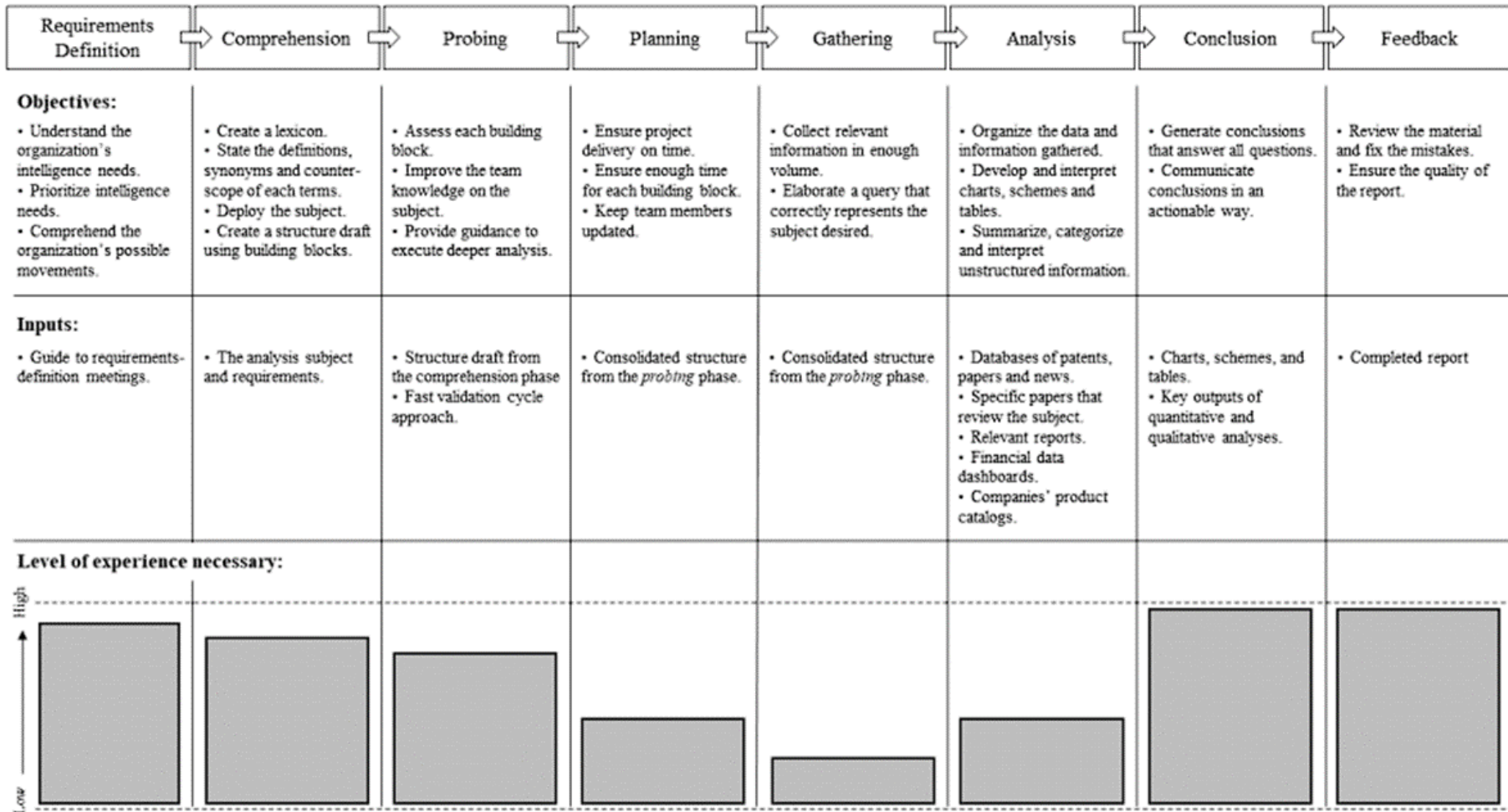
Fonte: GGI – LabMat

Para adquirir e analisar os dados vindos de diversas fontes, vários softwares de CI foram criados. No entanto, apenas realizar uma análise não é suficiente para gerar inteligência relevante. É necessário compreender o "quadro geral" conectando as necessidades do negócio e possíveis movimentos. Todas essas considerações só são possíveis com um método estruturado que detalhe todo o processo.

Um outro diagrama (Figura 3) detalha ainda mais a metodologia abordada pelo GGI durante a produção de relatórios. A primeira parte do processo foi segmentado em três etapas distintas - definição de requisitos, compreensão e sondagem - de forma que cada etapa possa ser focada separadamente, aumentando a eficiência e garantindo o progresso.

A etapa de definição de requisitos concentra-se em definir as necessidades dos usuários de inteligência na forma de um escopo, garantindo que o que a equipe de inteligência investigará corresponda adequadamente às expectativas. A fase de compreensão pode ser definida como uma busca ampla e abrangente que visa aumentar o entendimento sobre o tema. Aqui, o projeto é implementado em blocos de construção de forma estruturada, facilitando a visualização da análise. A última etapa da fase inicial é chamada de sondagem (*probing*) e tem como objetivo validar se cada bloco de construção da estrutura anterior é relevante ou não para a análise. Ela funciona como um ciclo de validação rápida, confirmando ou descartando rapidamente cada bloco de construção. A estrutura desenvolvida e validada por essas etapas deve ser robusta, pois todas as próximas etapas são baseadas nela.

Figura 3 - Fluxograma de processo de Inteligência Competitiva.



Fonte: ARAUJO, 2020

Com a estrutura pronta, a execução dos blocos de construção pode ser planejada, definindo membros responsáveis e prazos para cada uma das seguintes etapas: Coleta, Análise, Conclusão e Feedback. A primeira etapa visa coletar dados e informações usando consultas precisas. O resultado pode ser analisado quantitativa ou qualitativamente, dependendo do tipo de dados e informações disponíveis. A interpretação dos resultados gera conclusões e inteligência. Por fim, é realizada uma rodada de feedback dentro da equipe para garantir a qualidade do relatório. Até o momento, os resultados são comunicados de forma prática para os usuários de inteligência - os clientes -, para que possam ser efetivamente utilizados.

Neste trabalho, após definido o escopo, iniciou-se uma pesquisa exploratória por meio de um levantamento de artigos e patentes e posterior análise que representam em linhas gerais as tendências de mercado das inovações de refrigeração dos últimos dez anos. Sendo assim, a pesquisa pode extrapolar as buscas para fontes abertas (a exemplo do *Google*), procurando por sites de empresas que já possuem produtos diferenciados. É fundamental a revisão bibliográfica atualizada na fundamentação teórica, visto que ela está completamente alinhada com os resultados que serão apresentados posteriormente.

Para isto, serão utilizadas a base *Scopus* para a pesquisa de artigos científicos, e o *Orbit Intelligence* para as buscas patentárias.

Figura 4 - Diagrama de Venn do universo amostral das linhas de busca.



Fonte: Autor

Concomitantemente, uma pesquisa em fontes abertas destacando notícias e produtos é feita para encontrar as novidades do mercado de refrigeração (ou relacionados a ele). Essa pesquisa traz novas aplicações já disponíveis no mercado e será apresentada no capítulo seguinte.

Sendo assim, os resultados de inovações tecnológicas - à parte de patentes e artigos - serão seccionados nas principais indústrias em que soluções de refrigeração estão presentes. São estas:

- Agricultura;
- Refrigeração doméstica e varejo;
- Transporte e mobilidade;
- Informática;
- Saúde.

As indústrias apresentadas foram assim escolhidas baseando-se na tendência de crescimento que pode ser conferida pelo CAGR (*Compound annual growth rate* – taxa de crescimento anual composto) segundo a tabela 1 apresentada na introdução. As *queries* de busca realizadas tanto para a pesquisa em artigos científicos quanto para as patentes serão abordadas nos seus referentes capítulos de resultados.

5. INOVAÇÕES ENCONTRADAS – PESQUISA ABERTA

O capítulo atual trará várias inovações dos cinco setores supracitados (agrícola, doméstico e varejo, transporte, computação e saúde). As inovações apresentadas não são exclusivamente a respeito de compressores, porém trazem um panorama de como o mercado se encontra em cada um desses setores, visto que, com os recentes avanços tecnológicos que serão abordados nos capítulos de patentes e artigos científicos, há a possibilidade de presença destes novos produtos no mercado em questão. Há uma variedade de tópicos relacionados a sistemas de refrigeração e resfriamento em diferentes contextos, como armazenamento de produtos farmacêuticos, resfriamento de servidores de computador, equipamentos de crioterapia, sistemas de refrigeração para eletrônicos e muito mais.

5.1. SETOR AGRÍCOLA

O setor agrícola tem testemunhado um notável avanço tecnológico, com várias inovações focadas em melhorar a qualidade e a vida útil de produtos agrícolas por meio de sistemas de refrigeração.

Dentre as necessidades do setor, pode-se destacar a necessidade de armazenamento para vacinas e outros produtos, com o intuito de aumentar sua vida útil; a refrigeração específica para locais ou equipamentos; também a presença de produtos terapêuticos (para animais).

Aqui estão algumas das principais inovações e suas contribuições para a refrigeração no setor agrícola:

5.1.1. *CattleVacBox*

CattleVacBox é um refrigerador de vacinas de gado projetado para proteger as vacinas contra a luz solar e altas temperaturas, mantendo-as frescas e organizadas. O refrigerador é uma caixa resistente construída com isolamento duplo para refrigerar as vacinas com gelo.

5.1.2. Embryo Freezer

O *Embryo Freezer* foi desenvolvido pela *Micro Q Technologies* para acomodar palhetas de embriões produzidos in vitro e in vivo individualmente. O dispositivo possui posições de desumidificação, semente e congelamento. Os modos de semente e congelamento podem ser programados pelo usuário para a temperatura de semente, taxa de congelamento e ponto de temperatura final desejados.

5.1.3. Controle de temperatura em estábulo

A *Inno+*, especialista no desenvolvimento de soluções inteligentes para agricultura, desenvolveu recentemente uma nova forma de resfriamento de gado para estábulos de porcos e aves durante todo o ano: no período de inverno, o ar de entrada é pré-aquecido com energia recuperada dos purificadores de ar; para o verão, a *Inno+* desenvolveu uma solução que funciona da seguinte forma: água gelada a 10°C é produzida com uma máquina de resfriamento e depois passa por um trocador de calor ar/água para o ar de entrada, o que o resfria e desumidifica.

5.1.4. Sistema de resfriamento por almofadas

Desenvolvido pela *Fancom*, o sistema de resfriamento por almofadas melhora as condições de vida dos animais e reduz o risco de estresse térmico. Variando a quantidade de fluxo de água, o resfriamento é regulado com precisão para atender às necessidades dos animais e evitar flutuações de temperatura. Isso oferece vantagens significativas em comparação com os sistemas convencionais de resfriamento por almofadas que oferecem apenas controle liga/desliga ou modulação.

Figura 5 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.1.1. até 5.1.4.



Fonte: Autor

5.1.5. Refrigeração de frutas

A empresa ucraniana *Subzero* projetou um sistema de refrigeração para estender a vida útil de frutas frescas, mantendo seu sabor, aparência e conteúdo máximo de propriedades úteis, protegendo contra o apodrecimento. Sistemas de controle de composição atmosférica e ajuste do ambiente gasoso são usados para controlar e manter um conteúdo ultrabaixo de oxigênio em escala industrial.

5.1.6. Compartimento portátil de frutas e vegetais

A *Tan90* desenvolveu uma solução de armazenamento a frio para frutas e vegetais orgânicos projetada para evitar choques térmicos e adequada para transporte de produtos perecíveis com qualquer serviço logístico. Suas placas são três vezes mais rápidas do que o armazenamento comum para congelamento, em cerca de 5,5 a 6 horas.

5.1.7. Dispositivo de preservação de frutas e vegetais com baixas quantidades de oxigênio

A *Janny MT* desenvolveu uma caixa com membranas especiais capazes de criar um ambiente controlado no interior, permitindo a entrada mínima de O_2 . As caixas podem preservar frutas e vegetais por períodos muito mais longos do que o armazenamento convencional. As caixas desenvolvidas não possuem sistemas de resfriamento, representando uma oportunidade para futuros desenvolvimentos.

5.1.8. Dispositivo de pré-resfriamento de frutas e vegetais

Após a colheita de frutas e vegetais, uma grande quantidade de calor do campo e calor respiratório se acumulam, a respiração e o metabolismo são vigorosos, ocorre evaporação de água e degradação da qualidade. Portanto, o calor do campo das frutas e vegetais deve ser rapidamente pré-resfriado para prolongar sua vida útil. A Academia Chinesa de Ciências desenvolveu um dispositivo para pré-resfriamento rápido por convecção forçada.

Figura 6 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.1.5. até 5.1.8.



Fonte: Autor

5.1.9. Máquina produtora de gelo para congelamento de peixes

A empresa suíça *Heat Transfer Technology AG* desenvolveu uma Máquina de Fabricação de Gelo que consome metade da energia em comparação com todos os sistemas de tambor. O gelo é fabricado a uma temperatura de evaporação favorável de -10°C a -8°C . Comparado aos sistemas de tambor convencionais, que operam entre -35°C e 20°C , a máquina de gelo proposta consome apenas metade da energia elétrica para refrigeração e possui um valor COP duas vezes mais favorável do que os sistemas de tambor.

5.1.10. Sistema de refrigeração de peixes por energia solar

O acesso limitado à refrigeração na Índia representa um desafio para pescadores e pequenos varejistas. O Instituto Central de Educação em Pesca da Índia desenvolveu um refrigerador de peixes movido a energia solar que pode acomodar cerca de 50 kg de peixe. A energia gerada por painéis solares é armazenada em uma bateria e fornecida ao compressor por meio de um conversor inteligente.

5.1.11. Carrossel de resfriamento de peixes

A empresa dinamarquesa *Carsoe* desenvolveu um dispositivo de processamento de peixes adequado para embarcações costeiras. O tanque de resfriamento de peixes

garante um resfriamento eficiente da captura, resultando em alta qualidade do peixe e aumento da vida útil.

5.1.12. Iniciativa de resfriamento verde

A *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* forneceu suporte técnico para o desenvolvimento de infraestrutura de resfriamento de peixes em países africanos. A cadeia de frio desenvolvida é movida a energia solar e inclui máquinas de gelo e unidades de armazenamento refrigerado. Essa infraestrutura acessível conseguiu salvar metade do peixe em um teste piloto realizado em aldeias quenianas.

5.1.13. Refrigeração de produtos laticínios com fornecimento de energia intermitente

A *Promethean Power Systems* projeta e fabrica sistemas de refrigeração para aplicações de armazenamento a frio e resfriamento de leite em áreas fora da rede elétrica e parcialmente eletrificadas de países em desenvolvimento. Alguns de seus resfriadores funcionam com baterias de armazenamento térmico e, portanto, podem continuar operando mesmo quando a energia da rede não está disponível. Para reduzir os custos iniciais, a empresa oferece os refrigeradores no sistema de aluguel e opções de financiamento flexíveis.

5.1.14. Sistema de refrigeração em agricultura vertical

A Agricultura Vertical é uma das tendências principais na agricultura atual devido ao seu rendimento e eficiência muito superiores no uso de recursos e à redução dos custos de transporte. O rendimento pode ser aumentado devido ao ambiente controlado em que as verduras estão e o sistema de refrigeração desempenha um papel importante nesse sentido. Os sistemas de refrigeração para fazendas verticais internas são um dos principais componentes dos custos iniciais das fazendas e consomem muita energia. Sistemas de refrigeração eficientes em energia são essenciais para a lucratividade do negócio. Outra variável importante que impacta diretamente o rendimento é o déficit de pressão de vapor, pois influencia o movimento de água e nutrientes da zona da raiz até a planta. Esses sistemas de HVAC devem ser confiáveis, pois uma falha prolongada poderia significar perdas na colheita. Com isso em mente, sistemas redundantes são frequentemente empregados.

Figura 7 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.1.9., 5.1.11 até 5.1.14.



Fonte: Autor

5.2. SETOR DOMÉSTICO E DE VAREJO

Para o setor doméstico e de varejo, duas grandes características podem ser ressaltadas: assim como no setor agrícola, a necessidade de aumento na vida útil dos produtos é um dos focos da refrigeração, destacando-se até produtos em que a refrigeração exigida é específica para atender certa necessidade (como a refrigeração de caviar); e também produtos que aumentam na qualidade de vida dos consumidores, tanto voltados para o lazer, como para alguns trabalhos, a exemplo da preparação de alimentos por um chef de cozinha.

5.2.1. Caixa de armazenamento de leite refrigerado a ar

A *Ningbo Huikang Industrial Technology* desenvolveu uma caixa de armazenamento de leite resfriada a ar que é usada para fornecer leite para uma máquina de café. O aspecto de resfriamento a ar da invenção tem a vantagem de melhorar a vida útil do leite armazenado na máquina de café.

5.2.2. Cooler para flores

Armazenar flores não é algo fácil, muitos fatores precisam ser considerados, como a temperatura que precisa ser perfeitamente estável, a umidade controlada e a quantidade

adequada de luz. A *Procool* projetou um refrigerador especialmente feito para flores, levando em consideração todas essas variáveis que também podem ser personalizadas de acordo com suas preferências estéticas.

5.2.3. Freezer refrigerador

Esta geladeira permite que uma companhia aérea ofereça um serviço de catering premium sem um alto custo de propriedade. Ela pode armazenar 12 garrafas de vinho de 700 ml e resfriá-las de 8°C a 21°C em menos de 60 minutos. Vem com 3 modos - refrigerar (+4°C), resfriar bebidas (+8°C) e congelar (-18°C).

5.2.4. Refrigerador *BioFresh*

A geladeira *BioFresh* possui gavetas com umidade do ar ajustada individualmente, dependendo do tipo de alimento (frutas, vegetais, carne), o que permite uma qualidade e frescor aumentados para cada tipo de alimento. Ela transforma as geladeiras em espaços de armazenamento versáteis nos quais a maior variedade de alimentos pode ser armazenada em condições ideais.

Figura 8 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.2.1. até 5.2.4.



Fonte: Autor

5.2.5. Cadeira refrigeradora

Esta é uma cadeira com um refrigerador integrado. Ela é móvel graças a 4 rodízios giratórios com travas. O refrigerador de 20 litros pode ser retirado para o lado e oferece espaço para bebidas ou outros itens a serem resfriados. Os clientes podem acessar as bebidas por conta própria em restaurantes, por exemplo.

5.2.6. Preparar e armazenar

A nova *MaxiPrep Station* apresenta poços abertos com uma cortina de ar inteligente que mantém os ingredientes seguros, frescos e de fácil acesso para os chefs. Ela também oferece múltiplas opções de superfície de preparação de trabalho, incluindo tábuas de corte deslizantes que servem como tampas para os poços e uma prateleira opcional.

5.2.7. Cooler de caviar

O caviar precisa ser armazenado entre -6°C e 0°C . Considerando seu preço, a Tefcold criou este refrigerador capaz de resfriar adequadamente o caviar e também bebidas com baixo teor alcoólico. O modelo de sub-zero possui um termostato e termômetro eletrônicos, o que garante que o caviar sensível não seja exposto a temperaturas incorretas.

Figura 9 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.2.5. até 5.2.7.



Fonte: Autor

5.3. SETOR DE TRANSPORTE E MOBILIDADE

Quatro características perpassam as necessidades do setor de transporte e mobilidade: primeiramente a refrigeração de veículos elétricos, tanto para a refrigeração de passageiros ou carga, quanto para a refrigeração dos equipamentos (baterias) e também acessórios, que também estão presentes em veículos não elétricos como por exemplo unidades de controle de rádio, etc.; as outras necessidades encontradas no setor condizem à refrigeração específica de cargas, ou armazenamento externo e também a refrigeração de equipamentos de veículos autônomos como o eVTOL.

5.3.1. Carros elétricos

As baterias de carros elétricos devem operar em temperaturas entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, para uma vida útil mais longa e uma melhor eficiência. Devido a isso, sistemas de gerenciamento térmico foram desenvolvidos por empresas como Vale, Bosch e Continental, para controlar a temperatura da bateria.

5.3.2. Caminhão elétrico

A *Modine* desenvolveu um Sistema de Gerenciamento Térmico para caminhões elétricos, atendendo à necessidade de um veículo pesado com um sistema robusto.

5.3.3. Van de entrega de “última milha”

A *Modine* desenvolveu um sistema de gerenciamento térmico para a Van de Entrega de Última Milha, oferecendo soluções que se encaixam nas restrições de espaço apertado e requisitos de alcance estendido de sua van de entrega elétrica.

5.3.4. Ônibus elétrico

A *Modine* desenvolveu um sistema de gerenciamento térmico para baterias, células de combustível e ônibus híbridos. A tecnologia da empresa oferece uma solução para quebras na estrada, ao mesmo tempo em que oferece o desempenho térmico necessário para cargas pesadas e tempos de operação prolongados.

5.3.5. Caminhões elétricos com refrigeração

A *Volta Trucks* é uma empresa que atua na cadeia de frio por meio de caminhões elétricos, fornecendo soluções saudáveis, seguras, sustentáveis e inteligentes para o transporte terrestre de produtos perecíveis.

5.3.6. Dispositivo de carregamento refrigerado

Um dispositivo de unidade de carga (ULD) é um contêiner usado para transportar mercadorias ou bagagens em aeronaves, o resfriamento ativo dentro dos contêineres foi adotado por algumas empresas, como *Envirotainer* e *Euroasian Cargo Solution*, possibilitando um transporte mais seguro de produtos perecíveis, como os da indústria farmacêutica.

5.3.7. Containers refrigerados para transporte marítimo

O transporte marítimo de carga refrigerada, realizado pela *Blue Water Shipping* e *AM Cargo*, é semelhante ao ULD refrigerado, fornecendo um contêiner com resfriamento ativo capaz de reduzir a temperatura para $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, controlando os níveis de umidade e ventilação, mantendo produtos perecíveis, como laticínios, carne, vegetais, frutas, frutos do mar e produtos farmacêuticos em condições seguras.

Figura 10 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.3.1. até 5.3.7.



Fonte: Autor

5.3.8. Aplicações militares

A Aspen desenvolveu uma unidade de controle ambiental para aplicações em veículos militares, com base na compressão de vapor, fornecendo um sistema de ar condicionado que atende aos requisitos de operação em um veículo em movimento e em casos de tráfego operacional.

5.3.9. eVTOL

Um sistema de ciclo de vapor micro (VCS), desenvolvido pela *Honeywell*, é uma solução de resfriamento para eletrônicos, baterias e *cockpits* e cabines. Usa um compressor centrífugo de alta velocidade para gerar ar ou líquido frio.

5.3.10. Célula de combustível

Uma tecnologia de resfriamento de células de combustível de hidrogênio desenvolvida pela *Grayson Thermal Systems* e Mahle para veículos de trânsito, sendo um sistema leve com desempenho de resfriamento altamente eficiente que proporciona uma longa vida útil da célula de combustível em uma solução modular.

5.3.11. Refrigerador portátil

Um refrigerador freezer portátil foi desenvolvido para ser facilmente transportado para qualquer lugar alcançado pelo veículo, com capacidade de operação em temperaturas entre 10 °C a 22 °C.

5.3.12. Estação de carregamento de altas cargas

Estações de carregamento de alta potência (HPC) geram correntes elevadas e, conseqüentemente, requerem refrigeração no cabo de carregamento e no conector, então a *Aspen Systems* e a *Heliox* usam um fluxo de líquido resfriado que percorre o cabo e o conector para gerar o resfriamento desses componentes.

5.3.13. Bicicleta de carga refrigerada

A empresa francesa *Kleuster* desenvolveu uma bicicleta com um espaço de carga refrigerado para o transporte de mercadorias em áreas urbanas. O armazenamento pode suportar até 250 kg de carga e manter uma temperatura entre 4 a 25 °C.

Figura 11 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.3.8. até 5.3.13.



Fonte: Autor

5.3.14. Vinícola aérea

Resfriadores de vinho, refrigeradores, freezers e armazenamento refrigerado foram desenvolvidos para uso em aeronaves pela *Dynamo Aviation*. A empresa se concentra no uso de materiais leves e baixos custos de propriedade.

5.4. SETOR DE COMPUTAÇÃO

Para o setor de computação, três características podem ser ressaltadas. Primeiramente a necessidade de refrigeração em *data centers* que não podem perder o desempenho no seu funcionamento. A produção de semicondutores também precisa de refrigeração, apesar de não ser para o consumidor final. Por último, a necessidade de otimização de espaço encontra-se para diversos produtos como *desktops*, *laptops* e até aparelhos celulares. Estes produtos não possuem refrigeração por compressores como um meio consolidado, mas com o avanço encontrado para compressores de tipo linear, é possível que o mercado cresça para os próximos anos.

5.4.1. Gabinetes e Data Centers

Os data centers contêm um grande número de computadores, que são resfriados por extensos sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado). Os sistemas de resfriamento mais comuns são baseados em sistemas de ar condicionado. Isso muitas vezes inclui a engenharia do fluxo de ar dentro de cada rack de servidor individual,

já que os data centers frequentemente possuem corredores quentes e frios para um melhor resfriamento dos servidores. Novas opções com resfriamento líquido de contato direto têm despertado interesse crescente. Resultados recentes indicam que isso pode alcançar melhores resultados com custos associados mais baixos.

5.4.2. Resfriamento por trocador de fase

Uma maneira extremamente eficaz de resfriar um processador, o resfriamento por mudança de fase funciona de maneira muito semelhante a um refrigerador. Este método é composto por um compressor, um condensador, um evaporador e, frequentemente, uma bomba para dar maior flexibilidade de design. Devido aos altos custos associados, este método é menos comum do que outros.

5.4.3. Fabricação de semicondutores

Milhares de sistemas de resfriamento são necessários para fabricar semicondutores. As demandas de capacidade de resfriamento variam de algumas centenas de watts (sistemas termoelétricos e sistemas com compressor são usados) a centenas de quilowatts (sistemas de resfriamento líquido-a-líquido são utilizados).

5.4.4. Desktops

A maioria dos desktops é resfriada por uma seleção de ventiladores que geralmente puxam o ar da parte inferior frontal do gabinete e o expulsam da parte traseira superior do desktop. Além disso, uma CPU geralmente é resfriada por um dissipador de calor ativo. Opções de resfriamento a água também estão disponíveis para muitos computadores pessoais de alto desempenho.

Figura 12 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.4.1. até 5.4.4.



Fonte: Autor

5.4.5. Laptops

O resfriamento em laptops apresenta novos desafios: o dispositivo precisa ser o mais leve possível; existe um formato muito específico; o ruído deve ser mínimo e a temperatura externa deve ser baixa o suficiente para que o dispositivo possa ser usado no colo do usuário. Outras soluções, como dissipadores de calor passivos e CPUs de menor consumo, são frequentemente usadas.

5.4.6. Dispositivo móvel

A maioria dos dispositivos móveis não possui um sistema de resfriamento especializado. CPUs e GPUs móveis geram menos calor porque são projetados para maior eficiência energética. Telefones de alto desempenho podem vir com um dissipador de calor.

5.4.7. Resfriamento de servidores

Um servidor pode ter um sistema de resfriamento interno independente, que geralmente inclui ventiladores localizados no meio do gabinete e dissipadores de calor passivos na parte traseira. Servidores de tamanhos maiores também podem ter ventiladores de exaustão e dissipadores de calor ativos. As fontes de alimentação frequentemente têm seus próprios ventiladores de exaustão.

Figura 13 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.4.5. até 5.4.7.



Fonte: Autor

5.5. SETOR DE SAÚDE

Enfim para o setor de saúde, as características existentes no setor agrícola repetem-se, visto que a necessidade de aumento da vida útil dos produtos, em especial também das vacinas, a presença de refrigeração específica para locais e equipamentos e a utilização de produtos terapêuticos também estão evidentes conforme os produtos destacados.

5.5.1. Refrigeradores farmacêuticos

O armazenamento de produtos farmacêuticos e medicamentos deve ocorrer em refrigeradores com baixa umidade e flutuações de temperatura. As faixas de temperatura geralmente variam de -30/-10, -40/-10 ou +1/+10 °C, com diferentes capacidades.

5.5.2. Sistemas de refrigeração no ramo farmacêutico

Os sistemas de refrigeração farmacêutica são salas com temperaturas em torno de -30°C, perfeitas para preservar biocomponentes e fabricar medicamentos. Eles fornecem um ambiente de armazenamento a frio ideal e privado que não flutua.

5.5.3. Armazenamento a frio em bancos de sangue

Os refrigeradores de banco de sangue são dispositivos projetados para o armazenamento seguro de sangue integral e componentes sanguíneos em temperaturas variando de +2 °C a +6 °C. O sangue deve ser armazenado em uma temperatura consistente e estável para obter os melhores resultados.

5.5.4. Armazenamento de vacinas

Refrigeradores de vacinas variam sua faixa de temperatura dependendo da vacina que precisa ser armazenada. Por exemplo, a vacina Moderna COVID-19 requer armazenamento entre -25°C e -15°C, enquanto a vacina da Pfizer dura 5 dias em condições de 2-8°C, no entanto, a maioria das vacinas precisa ser armazenada entre 2 e 8°C.

Figura 14 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.5.1. , 5.5.3. e 5.5.4.



Fonte: Autor

5.5.5. Refrigerador portátil médico

Refrigeradores portáteis para vacinas, sangue e produtos farmacêuticos são importantes para o transporte desses produtos com confiabilidade. O TCW3000AC da *B Medical Systems* é um refrigerador de vacinas portátil de múltiplos modos criado para proteger a integridade de produtos farmacêuticos e vacinas valiosos.

5.5.6. Terapia muscular de criogenia

Crioterapia significa terapia em baixas temperaturas, como colocar uma bolsa de ervilhas congeladas em um tornozelo ou joelho inchado. Muitas opções diferentes são possíveis aqui para diferentes doenças, desde um pedaço de tecido frio até uma câmara fria onde a pessoa entra.

5.5.7. Terapia criogênica contra o câncer de pele

Um procedimento no qual um líquido extremamente frio ou um instrumento chamado crioprobe é usado para congelar e destruir tecido anormal. É uma solução ideal para tumores de mama.

5.5.8. Refrigeração de cosméticos

Uma geladeira de cuidados com a pele é uma geladeira em miniatura que fica em uma bancada de banheiro ou penteadeira e mantém produtos de beleza como cremes para os olhos, soros e toners deliciosamente frescos. Esse tipo de geladeira também é uma tendência entre os jovens e representa uma boa oportunidade.

Figura 15 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.5.5. até 5.5.8.



Fonte: Autor

5.5.9. Refrigerador bioquímico

Refrigeradores de bioquímica são classificados como equipamentos de refrigeração e freezer de alto desempenho para aplicações de ciências da vida, como laboratórios, hospitais, lojas de bioquímica e ambientes para replicar a vida no estado molecular.

5.5.10. Scanners CT e máquinas de MRI

Tomógrafos computadorizados (CT) e máquinas de ressonância magnética (MRI) usam um tubo de raios-X rotativo e uma fileira de detectores colocados em uma gantry para medir as atenuações dos raios-X por diferentes tecidos dentro do corpo. Este equipamento produz uma grande quantidade de calor residual durante o processo de digitalização e precisa ser refrigerado.

5.5.11. Acelerador linear (LINAC)

Este tipo de máquina visa irradiar tumores cancerígenos com precisão, poupando o tecido saudável circundante. LINACs geram uma grande quantidade de calor residual, que precisa ser resfriado, representando uma oportunidade de aplicação.

5.5.12. Equipamentos de extração química

O processo de extrair produtos químicos de uma solução química, como hidrocarbonetos, destilação, etanol, óleos e THC / *cannabis*, depende de equipamentos de extração. Esse tipo de equipamento é usado na produção de medicamentos.

Figura 16 - Equipamentos e representações dos sistemas apresentados em 5.5.9. até 5.5.12.



Fonte: Autor

6. ARTIGOS ACADÊMICOS

6.1. INFORMAÇÕES GERAIS

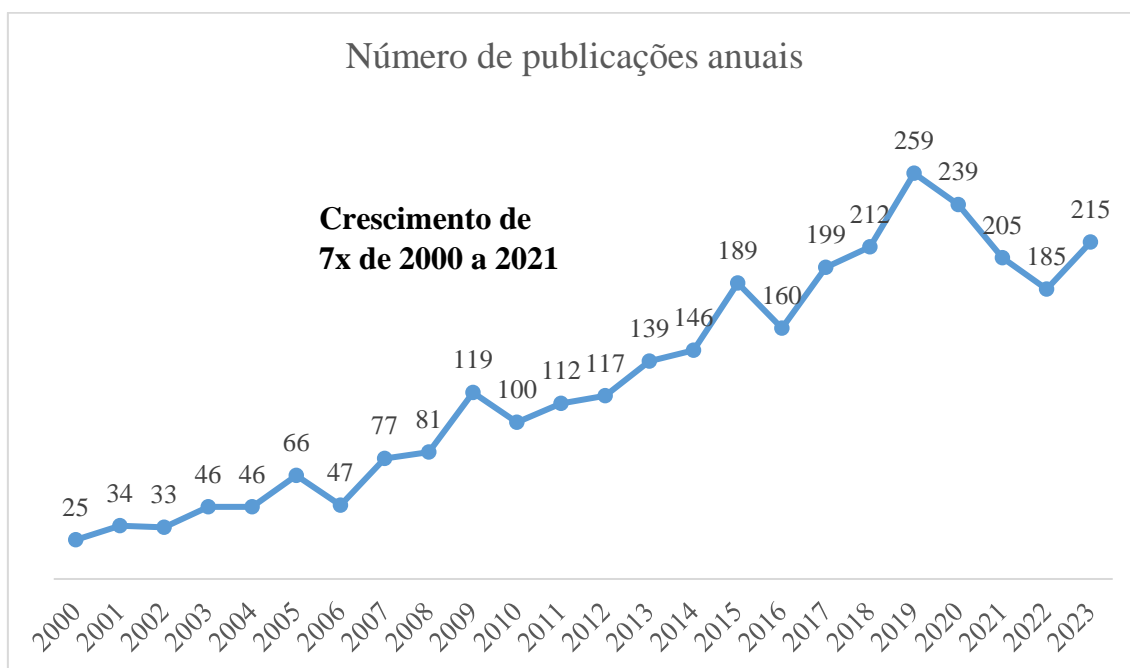
A busca de artigos realizada na base *Scopus* é realizada em dois momentos: primeiramente, faz-se uma busca ampla para uma noção geral de países com maior número de publicações, se a tecnologia permanece relevante, se está sendo pesquisada há muito tempo, etc. a primeira *query* pode ser vista na tabela abaixo. Em um segundo momento, uma pesquisa mais estrita, estabelecendo as inovações encontradas é realizada e será elaborada mais adiante.

Tabela 2 - *Query* de busca de artigos na base *Scopus*

Fonte	<i>String</i>
Scopus	TITLE-ABS-KEY (hermetic OR reciprocating OR screw OR rotary OR centrifugal OR linear OR scroll) W/3 (compressor) AND refrigeration

Fonte: Autor

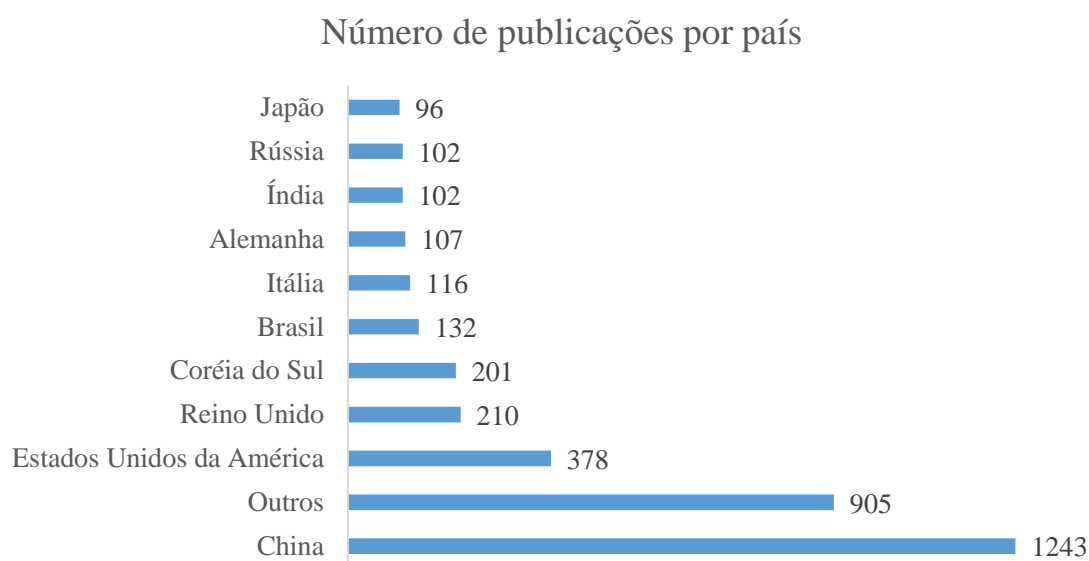
Figura 17 - Número de publicações de artigos anuais.



Fonte: Autor

Com relação à publicação acadêmica, nota-se um aumento na publicação anual. Os dados avaliados foram filtrados desde 1951, ano onde ocorreu a primeira publicação encontrada na base, até o presente ano; para fins didáticos, o gráfico acima apresenta os valores apenas do ano 2000 até 2022, com uma notável diminuição de publicações a partir de 2020, o que pode ser explicado pela pandemia de COVID-19.

Figura 18 - Número de publicações de artigos por país.



Fonte: Autor

A respeito do número de publicações acadêmicas por país, nota-se uma clara diferença entre a China e os demais países. Destaque que pode ser devido à presença maior de pesquisadores e institutos sendo formados nos últimos anos pelo país.

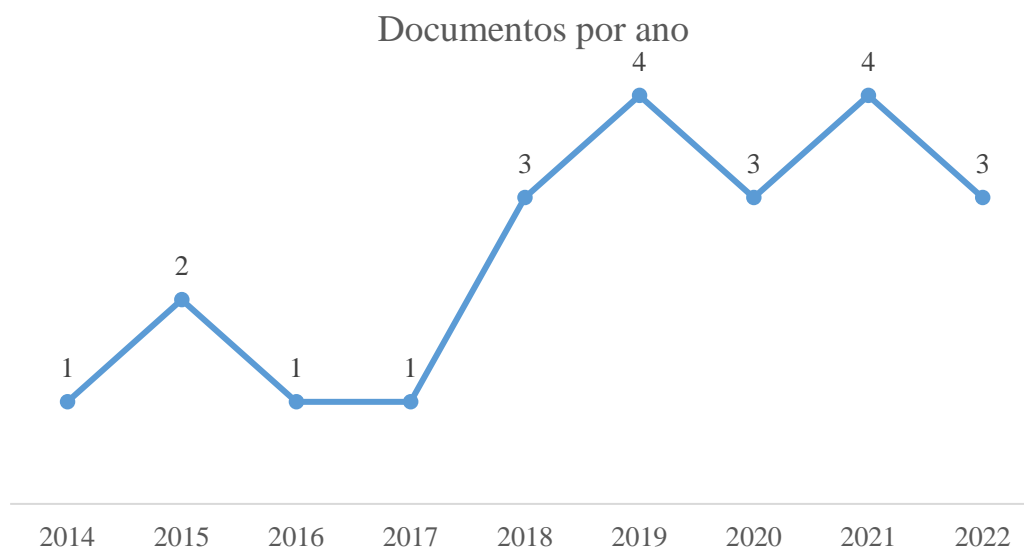
Ademais, uma lista de artigos filtrados por meio de uma *query* - destacada abaixo – será analisada e apresentada resumidamente com impressões. 22 artigos potencialmente relevantes foram identificados. Deu-se prioridade por artigos que apresentam caráter de “novidade” ou inovação, publicações dos últimos dez anos e relação direta com as cinco áreas destacadas.

Tabela 3 - *Query* de busca de artigos na base *Scopus*.

Fonte	<i>String</i>
<i>Scopus</i>	TITLE-ABS-KEY ((hermetic OR reciprocating OR screw OR rotary OR centrifugal OR linear OR scroll) W/3 (compressor) AND (refrigeration) AND (agriculture OR household OR retail OR transport* OR mobility OR healthcare OR computation) AND (novel OR new OR original OR innov* OR creative OR unique OR rare OR unconventional OR unusual)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2023

Fonte: Autor

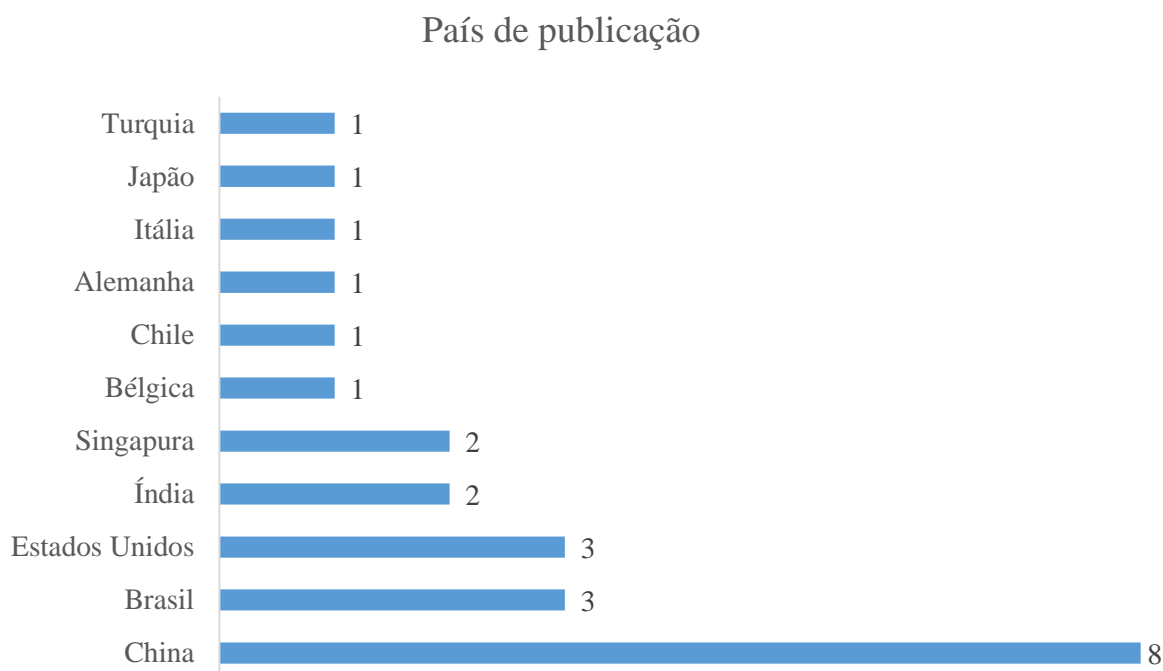
Figura 19 - Número de publicações de artigos anuais.



Fonte: Autor

É perceptível que a quantidade de documentos anuais com temáticas voltadas para “inovação” e “refrigeração” mantém um padrão nos últimos anos. Tal informação deve ser vista como promissora, visto que novidades permanecem aparecendo neste setor e ainda há a possibilidade de desenvolvimento em muitas características dos equipamentos.

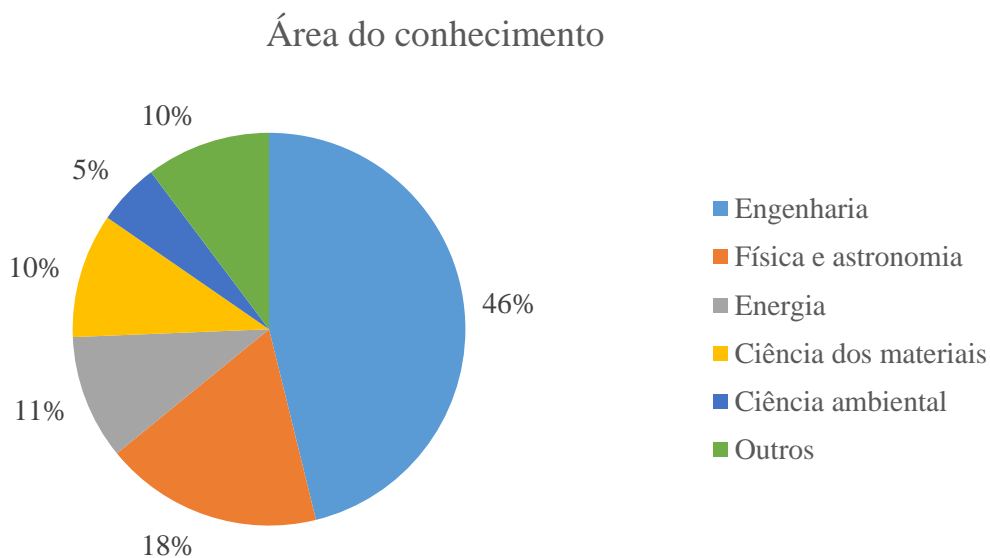
Figura 20 - Número de publicações de artigos por país.



Fonte: Autor

Em relação às publicações por país, nota-se que China, Brasil e Estados Unidos lideram, apesar da pequena diferença e quantidade de publicações.

Figura 21 - Proporção de publicações de artigos por área.



Fonte: Autor

Outro dado relevante é a proporção de publicações por área do conhecimento, sendo a engenharia o destaque.

6.2. ARTIGOS RELEVANTES

Os artigos apresentados compartilham várias semelhanças e características comuns:

- **Diversidade de Compressores:** Os artigos discutem uma variedade de tipos de compressores destacando a diversidade de tecnologias nessa área. Contudo, nota-se um destaque para compressores de tecnologias mais avançadas como o linear (CHEN, 2022; SUN, 2021).
- **Análise e Modelagem:** Vários artigos se concentram na análise, modelagem ou teste de desempenho dos compressores, indicando um interesse em entender e melhorar o funcionamento desses dispositivos (SACASAS, 2022; CHEN, 2021; SHAKYA, 2020; YI, 2022).
- **Inovação e Novas Tecnologias:** Alguns artigos destacam a introdução de novas tecnologias ou características inovadoras em compressores, como o uso de motores lineares, compressores de vane acoplados e sistemas sem óleo (SUN, 2021; WU, 2021; WANG, 2020).
- **Comparação de Refrigerantes:** Alguns artigos comparam o desempenho de diferentes refrigerantes, sugerindo um foco na eficiência energética e questões ambientais (SACASAS, 2022; ZGLICYNSKI, 2017).
- **Aplicação em Diversos Setores:** Alguns artigos mencionam aplicações específicas em setores como militar, comercial e doméstico, destacando a versatilidade dos compressores (CHEN, 2022; PAN, 2021).
- **Exploração de Alternativas Sustentáveis:** Alguns artigos mencionam a exploração de alternativas de compressores e refrigerantes mais sustentáveis e ecológicas, refletindo a crescente importância da sustentabilidade em sistemas de refrigeração (SUN, 2021; YI, 2022).

Resumidamente, esses artigos compartilham um foco comum em novas tecnologias de compressores, suas aplicações em sistemas variados, e a busca por melhorias de desempenho e sustentabilidade nessa área. Eles também demonstram a diversidade de abordagens e tecnologias no campo de compressores e sistemas de refrigeração. Dos artigos analisados, destacam-se cinco, apresentados a seguir.

6.2.1. Modeling and measurement of a moving coil oil-free linear compressor performance for refrigeration application using R134a

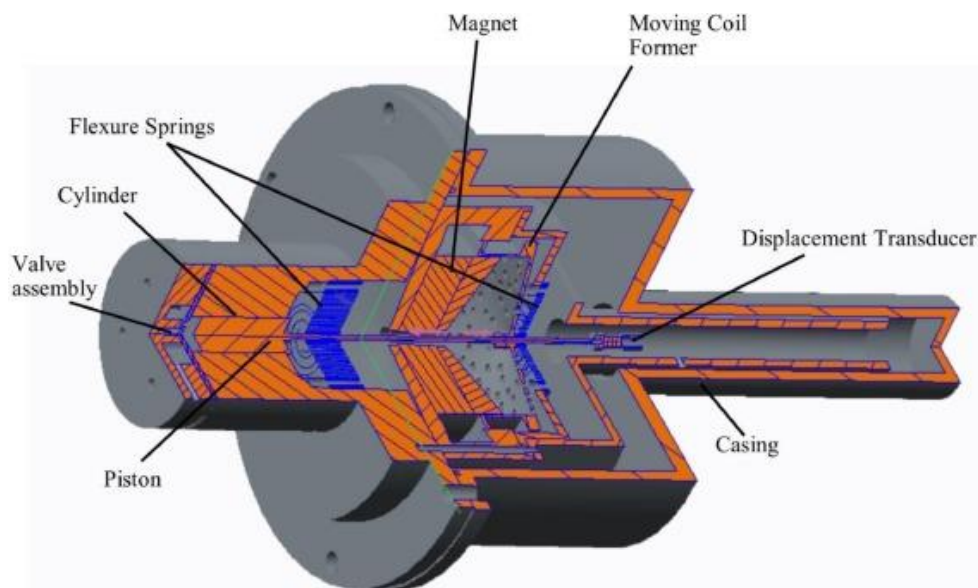
O artigo "*Modeling and measurement of a moving coil oil-free linear compressor performance for refrigeration application using R134a*" apresenta um protótipo de um compressor com um motor linear do tipo bobina móvel integrado a um circuito de teste utilizando o refrigerante R134a para confirmar seu desempenho. Os resultados da simulação são validados com dados experimentais. Os resultados experimentais do circuito de teste com cursos de 10, 11 e 12 mm para três diferentes razões de pressão de 4, 7 e 10 são apresentados e discutidos no artigo.

O COP (Coeficiente de Desempenho) do sistema calculado é de 1,4 a partir dos resultados do teste (para temperatura do condensador de 54°C e temperatura do evaporador de -20°C) com curso de 10 mm, razão de pressão de 10 e capacidade de resfriamento de 134 W. O COP máximo de 2,13 é alcançado (para temperatura do condensador de 54°C e temperatura do evaporador de 2°C) com curso de 12 mm, razão de pressão de 4 e capacidade de resfriamento de 325 W. A ausência de biela e mecanismo de manivela, juntamente com a operação livre de óleo devido à redução do atrito, aprimora o desempenho do compressor linear. O artigo conclui que o compressor linear tem apenas um ponto de atrito, que é entre o pistão e o cilindro, e utiliza o material Rulon (material de baixo coeficiente de atrito) como um revestimento especial na superfície do pistão em contato com o cilindro. A operação livre de óleo do compressor ajuda na adaptação do refrigerador a diferentes refrigerantes sem a necessidade de trocar o óleo lubrificante.

O artigo sugere que a ausência de biela e mecanismo de manivela, juntamente com a operação livre de óleo devido à redução do atrito, aprimora o desempenho do compressor linear. O artigo também relata que o COP do sistema com o compressor linear é 18,6% maior do que com o compressor alternativo disponível comercialmente. O artigo

conclui que o desenvolvimento do compressor linear pode levar à inovação na tecnologia de refrigeração, melhorando a eficiência e o desempenho do sistema de refrigeração.

Figura 22 - Configuração do compressor linear de bobina móvel.



Fonte: JOMDE, 2018.

6.2.2. Design of microcontroller-based decentralized controller board to drive chiller systems using PID and fuzzy logic algorithms

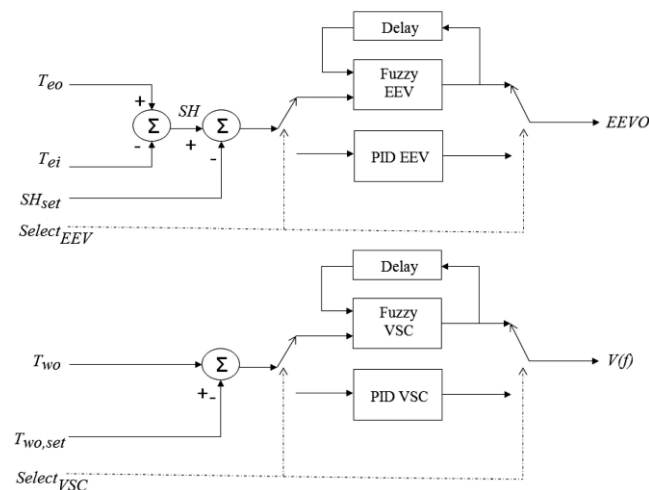
O artigo discute o projeto de uma placa de controle multi-input multi-output descentralizada baseada em microcontrolador de baixo custo, que aciona simultaneamente as partes de um compressor scroll de velocidade variável e uma válvula de expansão eletrônica em um sistema de resfriamento. O estudo tem como objetivo demonstrar a aplicabilidade de um microcontrolador comercial de baixo custo para aumentar a eficiência do sistema de resfriamento, que possui um compressor scroll de velocidade variável e uma válvula de expansão eletrônica com um novo cartão eletrônico.

O sistema de refrigeração proposto neste estudo oferece compactação, mobilidade e flexibilidade, além de uma redução no orçamento da unidade de controle. O estudo testou um sistema de resfriamento composto por um condensador refrigerado a ar, um compressor scroll de velocidade variável e uma válvula de expansão eletrônica acionada por um motor de passo. O R134a foi usado como fluido refrigerante, e seu fluxo foi controlado pela válvula de expansão eletrônica neste sistema. Tanto o compressor scroll de velocidade variável quanto a válvula de expansão eletrônica foram acionados pelo

hardware proposto usando um controlador proporcional integral derivativo ou lógica *fuzzy*, que define quatro modos de controle distintos. Os resultados experimentais mostram que a válvula de expansão eletrônica controlada por lógica *fuzzy* e o compressor scroll de velocidade variável controlado por integral derivativo proporcional fornecem mais robustez, considerando o tempo de resposta.

O artigo fornece informações sobre o uso de microcontroladores de baixo custo para aumentar a eficiência de sistemas de resfriamento. O estudo demonstra que o hardware proposto pode acionar simultaneamente ambas as partes do sistema de resfriamento usando um controlador proporcional integral derivativo ou lógica *fuzzy*, o que pode melhorar a eficiência geral do sistema. O uso de microcontroladores de baixo custo também pode reduzir o orçamento da unidade de controle, tornando-o mais acessível a uma variedade de usuários. No geral, o artigo fornece um possível caminho para futuras pesquisas e desenvolvimento no campo da tecnologia de refrigeração.

Figura 23 - Diagrama de blocos detalhado da parte do controlador MIMO. PID: derivada integral proporcional; VSC: compressor scroll de velocidade variável; EEV: válvula de expansão tipo eletrônica; EEVO: percentual de abertura de EEV.



Fonte: Isler, 2020.

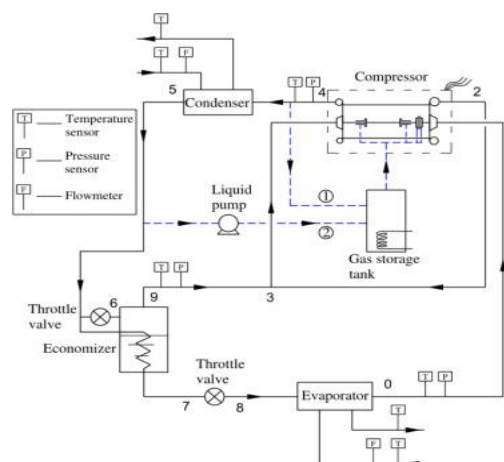
6.2.3. *Research on performance of refrigeration centrifugal compressor with gas bearings for water chillers*

O artigo discute a pesquisa sobre o desempenho de um compressor centrífugo de refrigeração com rolamentos a gás para resfriadores de água. O estudo tem como objetivo analisar o desempenho de compressores para resfriadores de água, pesquisando o

compressor de refrigeração centrífugo R134a com rolamentos a gás usando o método de dinâmica de fluidos computacional (CFD). Os resultados mostram que os rolamentos a gás podem suportar a força axial causada pela força do gás de dois rotores. Em comparação com o arranjo de dois rotores na mesma direção, o arranjo em direções opostas pode reduzir a força axial total do rotor em até 98,3%. O desempenho da simulação dos rolamentos a gás e os resultados dos testes mostram que os rolamentos a gás podem suportar a força axial causada pela força do gás de dois rotores. Os resultados da simulação e do experimento são comparados com um erro médio de 4,3% quando a velocidade de rotação é de $21000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$.

O estudo é relevante para a inovação na tecnologia de refrigeração, pois explora o uso de rolamentos a gás em compressores centrífugos de refrigeração. Os rolamentos a gás têm vantagens como alta velocidade, alta precisão, baixo atrito e baixo custo em comparação com os tradicionais rolamentos a óleo e magnéticos. A pesquisa mostra que os rolamentos a gás podem suportar a força axial causada pela força do gás de dois rotores, o que é uma questão técnica fundamental para o projeto de compressores centrífugos de refrigeração com rolamentos a gás. O estudo também compara os resultados da simulação e do experimento, o que pode ajudar no desenvolvimento de sistemas de refrigeração mais precisos e eficientes. No geral, a pesquisa fornece insights sobre o potencial dos rolamentos a gás no desenvolvimento de compressores centrífugos de refrigeração de alto desempenho para resfriadores de água.

Figura 24 - Diagrama esquemático do ciclo de refrigeração com sistema de abastecimento de gás.



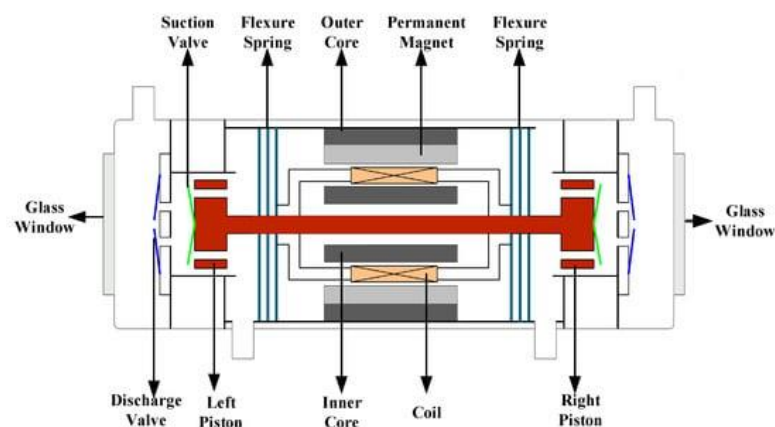
Fonte: YI, 2022.

6.2.4. *A Novel Oil-Free Dual Piston Compressor Driven by a Moving Coil Linear Motor with Capacity Regulation Using R134a*

O artigo apresenta um estudo sobre um novo compressor de duplo pistão sem óleo acionado por um motor linear de bobina móvel com regulação de capacidade usando R134a. O estudo compara a eficiência e o desempenho do compressor de duplo pistão linear com um compressor tradicional acionado por virabrequim. As principais conclusões do artigo são as seguintes: O compressor de duplo pistão linear possui uma estrutura mais complexa e maior dificuldade de montagem do que o compressor de pistão único linear, mas pode ter uma eficiência mais elevada e vantagens especiais, tornando necessário realizar pesquisas sobre o compressor de duplo pistão linear. Este também possui alta eficiência devido ao motor linear, alta eficiência mecânica devido à falta de um mecanismo de virabrequim ineficiente e alta eficiência de transferência de calor nos trocadores de calor devido à ausência de óleo lubrificante. O método de curso variável tem menor consumo de energia e maior eficiência do que o método de frequência variável, tornando-o mais adequado para a regulação de capacidade de resfriamento do compressor de duplo pistão linear. O COP (Coeficiente de Desempenho) do compressor de duplo pistão linear foi 38%, 24% e 12% maior do que o compressor alternativo acionado por virabrequim comercial nas pressões de 2,54, 2,80 e 3,9, respectivamente, refletindo a vantagem de eficiência do compressor de duplo pistão linear na refrigeração doméstica.

O estudo fornece orientações para a aplicação do compressor de duplo pistão linear na refrigeração doméstica, o que pode levar à inovação na tecnologia de refrigeração.

Figura 25 - Diagrama estrutural do compressor linear de pistão duplo.



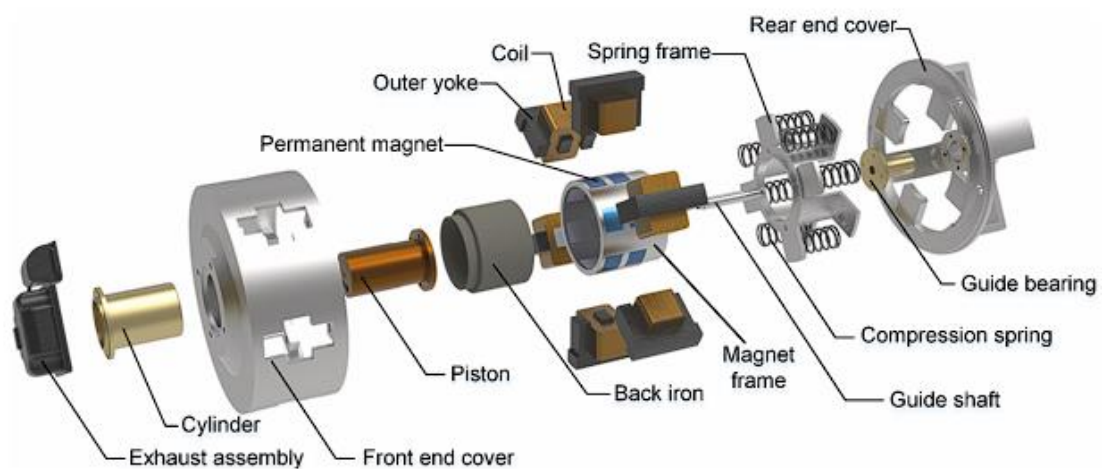
Fonte: SUN, 2021.

6.2.5. *Static and dynamic characteristics of a novel moving magnet linear compressor*

O artigo "*Static and dynamic characteristics of a novel moving magnet linear compressor*" propõe um novo compressor linear de ímã móvel e investiga suas características estáticas e dinâmicas. O estudo examina a força do eixo estático, a constante de força e a mola magnética, que foram examinados por meio de análise de elementos finitos e verificados por meio de experimentos de empuxo específicos. Para as características dinâmicas, a frequência de ressonância, o curso do pistão e o deslocamento do pistão foram calculados considerando o efeito da mola magnética. Os resultados mostram que a eficiência do motor do protótipo do compressor linear projetado pode atingir 0,92 em condições de carga nula e 0,80 sob uma pressão de descarga de 0,6 MPa com um curso de 9 mm em condições de ar.

O artigo não discute diretamente a inovação da tecnologia de refrigeração. No entanto, o estudo de compressores lineares é relevante para o campo da refrigeração, pois eles são populares na refrigeração doméstica devido à sua alta eficiência e excelente capacidade de modulação de capacidade. Compressores lineares fornecem um compressor linear com excelente capacidade de modulação, permitindo evitar o ciclo contínuo de partida e parada de um sistema de refrigeração e alcançar um controle preciso de temperatura, economia de energia, redução de ruído e maior vida útil. As descobertas do artigo podem potencialmente contribuir para o desenvolvimento de compressores lineares mais eficientes e eficazes para a tecnologia de refrigeração.

Figura 26 - Vista explodida do compressor linear.



Fonte: Chen, 2022.

7. PATENTES

7.1. INFORMAÇÕES GERAIS

De maneira análoga à pesquisa de publicações acadêmicas, uma pesquisa patentária foi conduzida, primeiramente buscando as características gerais para posteriormente fixar-se nos mais recentes e inovativos registros de patentes.

Tabela 4 - *Query* de busca de patentes na base *Orbit*.

Fonte	<i>String</i>
Orbit	(((HERMETIC OR RECIPROCATING OR SCREW OR ROTARY OR CENTRIFUGAL OR LINEAR OR SCROLL) 5D (COMPRESSOR)) AND REFRIGERATION /TI/ABS/CLMS/ICLM)

Fonte: Autor

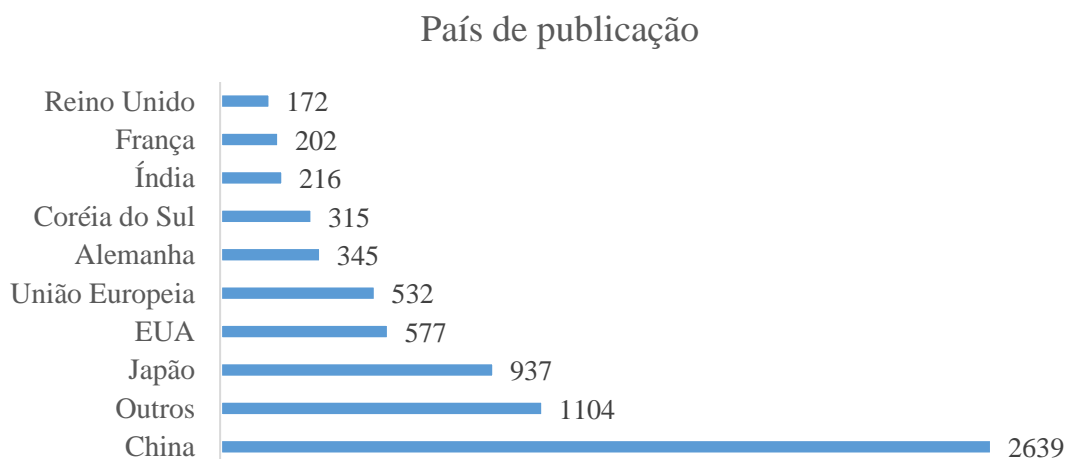
Figura 27 - Número de publicações de patentes anuais.



Fonte: Autor

Para fins didáticos, o gráfico acima apresenta os valores apenas do ano de 2003 até 2022, com uma notável diminuição de publicações a partir de 2022, o que pode ser explicado pela política de sigilo. Em torno de 9000 patentes foram encontradas.

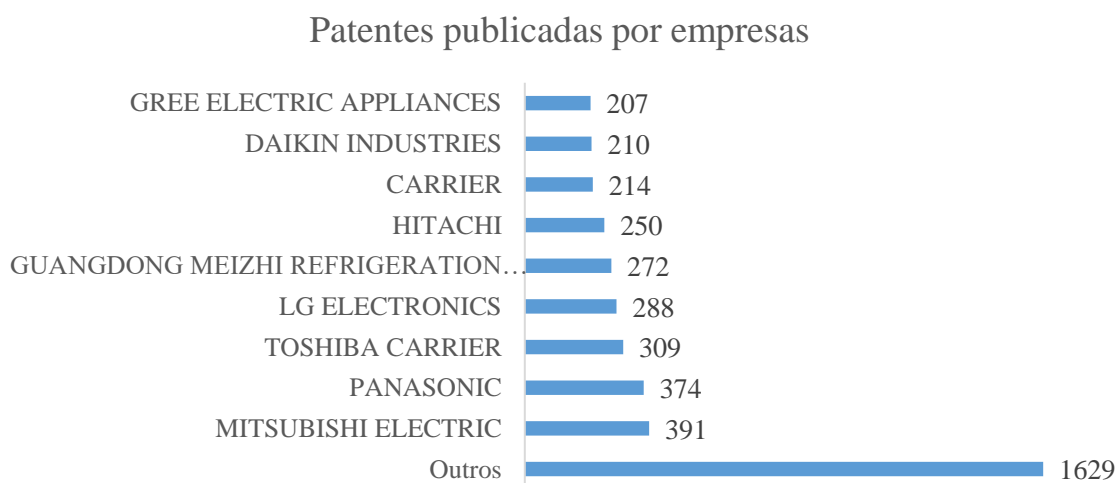
Figura 28 - Número de publicações de patentes por país.



Fonte: Autor

A respeito do número de publicações patentárias por país, nota-se uma clara diferença entre a China e os demais países. Uma explicação para o fenômeno é a facilidade de publicação de patentes em território chinês.

Figura 29 - Número de publicações de patentes por empresa.



Fonte: Autor

Outra estatística interessante que pode ser averiguada nas publicações de patentes são as empresas. Nota-se uma grande quantidade de empresas japonesas, muitas delas consolidadas no mercado final de produtos que necessitam de refrigeração.

Tabela 5 - *Query* de busca de patentes na base *Orbit*.

Fonte	<i>String</i>
Orbit	(((HERMETIC OR RECIPROCATING OR SCREW OR ROTARY OR CENTRIFUGAL OR LINEAR OR SCROLL) 5D (COMPRESSOR)) AND REFRIGERATION /TI/ABS/CLMS/ICLM AND PRD>=2013)

Fonte: Autor

Com o intuito de compreender o mercado de refrigeração nos últimos dez anos, conduziu-se também uma pesquisa exclusiva para compressores herméticos e seus diferentes tipos; obtendo aproximadamente 3.900 resultados.

Ademais, uma lista de patentes filtradas por meio de uma query - destacada abaixo – será analisada e apresentada resumidamente com impressões. 40 patentes potencialmente relevantes foram identificadas (das quais oito não se adequaram aos requisitos apresentados – inovações de refrigeração por compressores herméticos - e foram descartadas). Deu-se prioridade por patentes que apresentam caráter de “novidade” ou inovação, publicações dos últimos dez anos e relação direta com as cinco áreas destacadas.

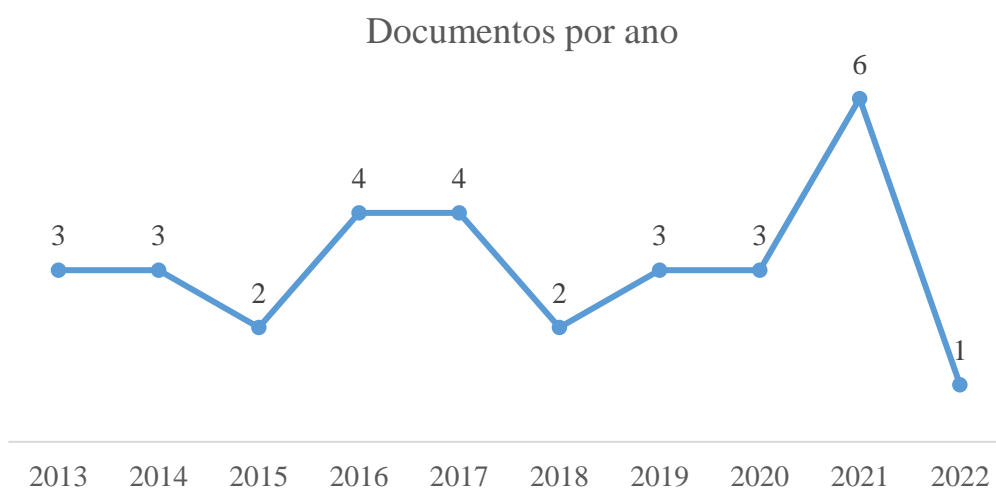
Tabela 6 - *Query* de busca de patentes na base *Orbit*.

Fonte	<i>String</i>
Orbit	(((HERMETIC OR RECIPROCATING OR SCREW OR ROTARY OR CENTRIFUGAL OR LINEAR OR SCROLL) 5D (COMPRESSOR)) AND REFRIGERATION AND (AGRICULTURE OR HOUSEHOLD OR RETAIL OR

	TRANSPORT+ OR MOBILITY OR HEALTHCARE OR COMPUTATION) AND (NOVEL OR NEW OR ORIGINAL OR INOV+ OR CREATIVE OR UNIQUE OR RARE OR UNCONVENTIONAL OR UNUSUAL) /TI/ABS/CLMS/ICLM AND PRD>=2013)
--	---

Fonte: Autor

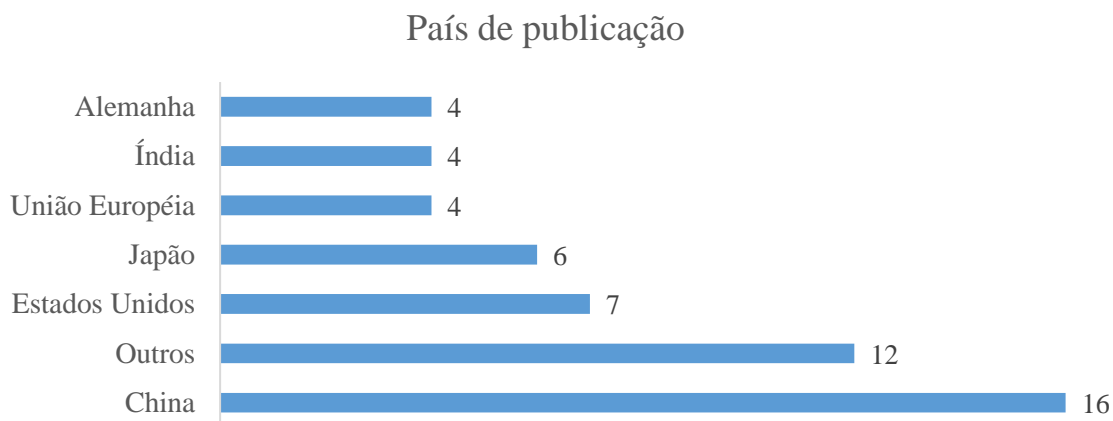
Figura 30 - Número de publicações de patentes anuais.



Fonte: Autor

Os dados entre 2021 e 2023 são impactados por um período de sigilo de 18 meses, o que faz com que pareçam enganosamente mais baixos. Nota-se que há um padrão no número de publicações anuais com temas “inovativos” no ramo, um bom indicativo que demonstra interesse contínuo nas melhorias e inovações em refrigeração.

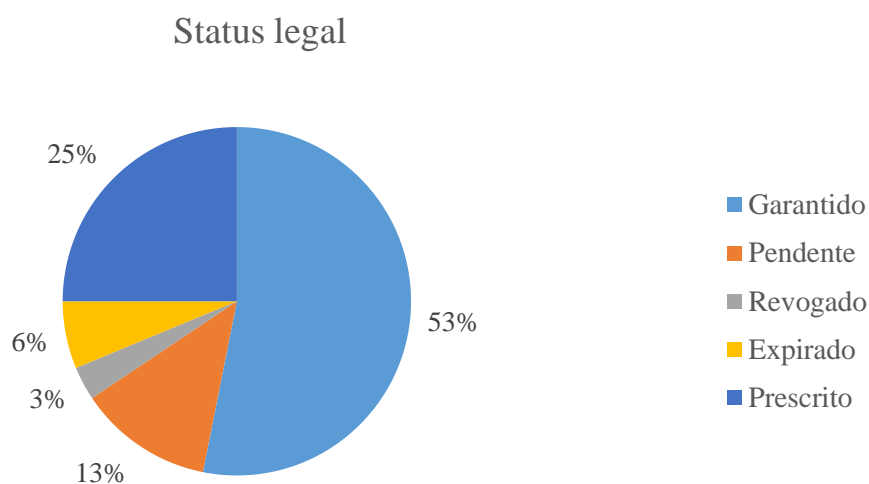
Figura 31 - Número de patentes protegidas por país.



Fonte: Autor

Quanto aos países, nota-se claramente um destaque da China. Conforme citado anteriormente, isto se deve à facilidade de publicação no país.

Figura 32 - Status das patentes.



Fonte: Autor

Por fim, apresenta-se um gráfico dos status das patentes. Como esperado pela limitação de 10 anos, mais da metade das patentes analisadas permanece viva. É importante compreender que o embargo nas descrições de patentes pode resultar de um não cumprimento dos requisitos legais. Por outro lado, as patentes expiradas não tiveram a manutenção financeira contínua para garantir a validade, demonstrando que ainda assim algumas empresas não mantêm suas patentes em certas tecnologias, seja por desinteresse ou falta de dinheiro para manutenção da licença.

7.2. PATENTES RELEVANTES

As patentes abordadas abrangem uma variedade de inovações e melhorias em sistemas de refrigeração, compressores e dispositivos relacionados. Mesmo que eles estejam relacionados a diferentes áreas e abordagens, existem algumas semelhanças gerais nas características e nos objetivos subjacentes.

- **Modificação e melhorias em sistemas existentes:** Várias patentes mencionam "alterações em sistemas existentes," o que sugere que os inventores estão trabalhando para aprimorar tecnologias já existentes em vez de criar algo completamente novo. Essas alterações podem ser voltadas para melhorias na eficiência, desempenho, segurança ou sustentabilidade (GUOBIN, 2021).
- **Aplicação em diferentes setores:** Algumas patentes indicam uma aplicação específica em setores, como agrícola, médico, transporte e doméstico. Isso demonstra a versatilidade das inovações em sistemas de refrigeração e sua aplicabilidade em várias áreas (JIAN, 2016; STEFFENS, 2014).
- **Eficiência energética e sustentabilidade:** Várias patentes mencionam o objetivo de melhorar a eficiência energética, reduzir o consumo de energia ou introduzir tecnologias mais sustentáveis, como o uso de energias renováveis ou fluidos de refrigeração mais ecológicos (VAN HORN, 2009).
- **Controle:** Muitas patentes se referem a dispositivos de controle, métodos de controle de sistemas de refrigeração. Isso destaca a importância do controle preciso e da automação no funcionamento dos sistemas de refrigeração (YOSHIE, 2017).
- **Novos componentes e dispositivos:** Algumas patentes abordam a criação de novos componentes, como compressores, dispositivos de compressão, rotores e pistões. Isso sugere um foco na melhoria das partes constituintes dos sistemas de refrigeração (YELIN, 2020).

- Uso de tecnologias avançadas: Algumas patentes mencionam o uso de tecnologias avançadas, como a aplicação de energia solar, dispositivos de descompressão, tecnologia de centrífuga e sistemas de refrigeração de alto desempenho (HUOLONG, 2016).
- Redução de ruído: Algumas patentes destacam a importância da redução de ruído, indicando um compromisso com o conforto do usuário e a aplicação em ambientes sensíveis ao som (HONGSHUANG, 2017).
- Versatilidade e aplicações múltiplas: Algumas patentes são projetadas para ter aplicações em várias áreas, como "Sistema multiuso com energia solar e compressores para refrigeração," o que sugere um foco em sistemas versáteis que podem ser aplicados em diferentes contextos (KANG, 2021).

Em resumo, as patentes relacionadas a sistemas de refrigeração e tecnologias associadas têm como objetivo principal melhorar a eficiência, a sustentabilidade e a aplicabilidade desses sistemas, seja por meio de inovações tecnológicas, dispositivos de controle avançados, novos componentes ou a adaptação de tecnologias existentes para diversas áreas de aplicação.

Ademais, algumas patentes (a saber, oito das quarenta, totalizando 20%) abordam tópicos diversos que estão fora do escopo das categorias relacionadas a sistemas de refrigeração e tecnologias associadas que foram apresentadas anteriormente.

Outrossim, são destacadas outras oito patentes que englobam as semelhanças gerais apresentadas anteriormente.

7.2.1. A refrigeration unit with dynamic air cooling and a working element of the unit

- Número de Patente: US20230129766

- Criadores: Olha Razumtseva, Oleksandr Razumtsev, Pavel Panasjuk

- Administrador da Patente (Empresa): DAC

- Data de Criação da Patente: 2022

- Status da Patente:

- Concedida: Polônia (PL)
- Pendente: China (CN), União Europeia (EP), Japão (JP), Coreia do Sul (KR), Estados Unidos (US)

A inovação descrita na patente envolve uma unidade de refrigeração que emprega um compressor centrífugo com acionamento elétrico como um dos principais componentes. O sistema é projetado para fornecer resfriamento eficiente em aplicações industriais e comerciais. A unidade de refrigeração em questão é composta por vários elementos interligados. Inclui um compressor centrífugo, cuja saída está conectada a um elemento de trabalho destinado ao resfriamento de ar. Este elemento de trabalho é fundamental para o processo de resfriamento dinâmico. Além disso, o sistema incorpora uma turbina com um eixo de rotação radial, que está diretamente ligada a um gerador de energia elétrica.

O calor gerado durante o processo de refrigeração é transferido para um trocador de calor de parede-tubo. Este trocador de calor desempenha um papel essencial na eficiência do sistema. Ele, por sua vez, está conectado a uma bomba para o fluido de processo, que mantém o sistema funcionando de forma suave e eficaz. Um componente adicional crucial nesse sistema é um trocador de calor do tipo ar-ar, que é conectado a um ventilador. Esse trocador de calor auxilia na remoção do calor do sistema e é projetado para otimizar o processo de resfriamento. O elemento de trabalho do sistema é especialmente notável devido ao seu perfil oco cilíndrico, que incorpora recessos helicoidais de formato oval. Esses recessos têm a função de converter a energia térmica interna do fluxo de ar em energia cinética, aumentando a velocidade do ar e, ao mesmo tempo, reduzindo sua temperatura. Isso contribui significativamente para a eficácia do processo de resfriamento.

Além disso, a patente menciona o desenvolvimento de um modelo matemático original do processo de resfriamento de ar dinâmico com base em pesquisas teóricas. Esse modelo matemático é uma ferramenta essencial para realizar cálculos necessários para construir um gerador de resfriamento de ar dinâmico.

A patente também inclui reivindicações que especificam detalhes adicionais do sistema, como a presença de um inversor para conversão de frequência e sincronização com a fonte de alimentação principal. Isso aprimora ainda mais a eficiência do sistema.

Figura 33 - Layout da disposição do dispositivo em forma de unidade com refrigeração dinâmica a ar.

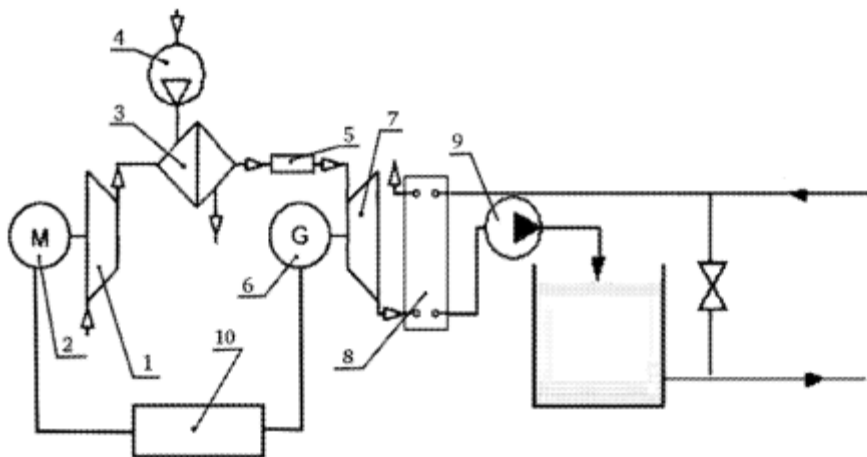


Fig. 1

Fonte: RAZUMTSEVA, 2021

7.2.2. *New energy multi-input refrigerating system of refrigerator car*

- Número da Patente: CN111452711

- Criador/Requerente: Yang Qinghui

- Administrador da Patente (Empresa): SHENYANG YUDA COLD CHAIN EQUIPMENT MANUFACTURING

- Data de Criação da Patente: 2020

- Status da patente:

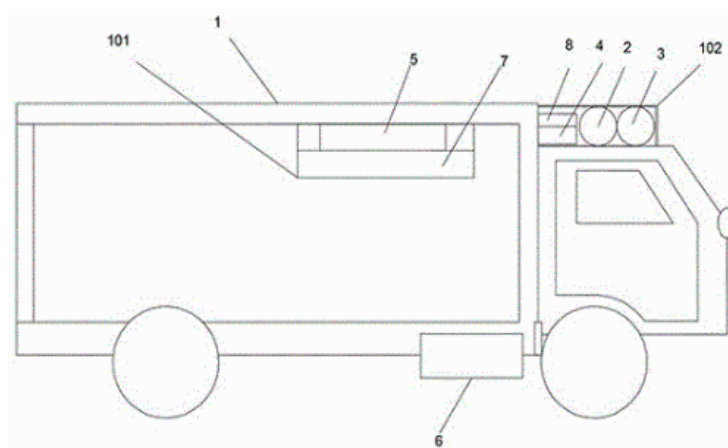
- Concedida: China (CN)

O sistema de refrigeração inovador é projetado para veículos refrigeradores e consiste em um compartimento. No topo do compartimento, na parte interna, e no extremo superior do lado direito da parede externa do compartimento, são montadas uma caixa de montagem e uma caixa de integração, respectivamente. Um evaporador é instalado na caixa de montagem, enquanto um compressor de refrigeração de pistão bidirecional montado em veículo, um compressor elétrico de rolagem e um condensador são montados na caixa de integração. Além disso, um pacote de bateria de lítio é montado de forma fixa na parte inferior do compartimento e está eletricamente conectado ao compressor elétrico de rolagem.

Este sistema de refrigeração utiliza uma abordagem de dupla potência, empregando tanto o compressor de refrigeração de pistão bidirecional montado em veículo quanto o

compressor elétrico de rolagem para refrigeração. Durante períodos de estacionamento prolongado e descarga, a refrigeração do compressor de pistão bidirecional montado em veículo é convertida para a refrigeração do compressor elétrico de rolagem, e o pacote de bateria de lítio fornece a energia necessária. Isso resulta em economia de energia, eficiência energética e benefícios ambientais. Além disso, o sistema opera com baixo nível de ruído, e a capacidade de refrigeração do veículo não é afetada no caso de falha do motor. O sistema também inclui um conjunto de válvulas e componentes, incluindo um conjunto de válvulas eletromagnéticas de três vias, um condensador, uma válvula de expansão, um evaporador, um filtro de secagem e um conjunto de ventiladores para o condensador e evaporador.

Figura 34 - Vista frontal da estrutura geral da invenção.



Fonte: YANG, 2019.

7.2.3. *Airdisc technology: centrifugal compression and decompression for cooling*

- Número da Patente: WO2019/229533
- Criadores/Requerentes: Maria Palma e Bernardo Palma
- Data de Criação da Patente: 2019

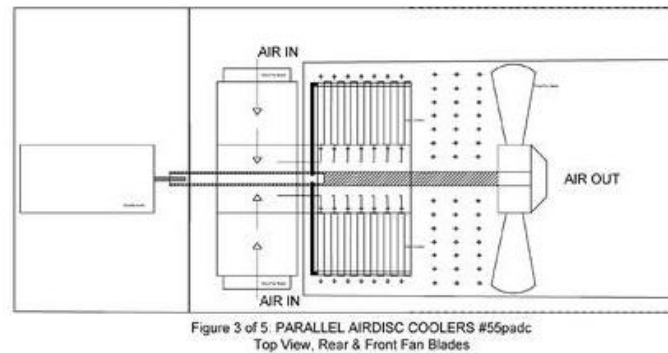
A patente ressalta a necessidade global de sistemas de resfriamento abrangentes que possam enfrentar a ameaça do aumento da temperatura global devido ao aquecimento global. Os sistemas de resfriamento convencionais dependem de refrigerantes químicos que contribuem significativamente para as mudanças climáticas, uma vez que um quilo desses refrigerantes possui um potencial de aquecimento global de 14.000 a 20.000 quilos de CO₂.

Os inventores desta patente propõem uma solução inovadora que utiliza moléculas de ar não tóxicas, abundantes e gratuitas em combinação com a umidade atmosférica como refrigerantes. Essa abordagem representa um meio de resfriamento eficaz em termos de custo, com consumo mínimo de energia. A tecnologia faz uso de um novo tipo de compressor ecologicamente correto chamado "*AirDisc Centrifugal Compressor*," que permite a realização da compressão em baixas pressões para fins de resfriamento. Esse dispositivo abre caminho para sistemas de resfriamento de circuito aberto em vez dos complexos e dispendiosos sistemas de circuito fechado convencionais. Além disso, o refrigerante proposto possibilita o uso de pressões abaixo do nível do mar para o resfriamento.

As reivindicações da patente descrevem uma máquina de resfriamento que utiliza moléculas de ar e vapor de água como refrigerantes, em vez de substâncias químicas. A máquina inclui "*airscoopers*" de compressão que capturam moléculas de ar e as conduzem para uma câmara de compressão, gerando baixa pressão fora dos "*airscoopers*." As moléculas de ar comprimidas são coletadas em uma câmara de compressão de ar, aumentando a pressão do ar e gerando calor. Esse calor é dissipado na atmosfera por meio de cilindros concêntricos que formam passagens de ar do condensador. A máquina tem como objetivo reduzir a temperatura das moléculas de ar processadas no interior do compressor. Pode ser utilizada para diversos fins, incluindo o bem-estar humano, animal e vegetal, necessidades residenciais, comerciais e industriais, setores de transporte, cultivo de alimentos, preservação de produtos agrícolas e marinhos, bem como aplicações médicas e tecnológicas.

Recursos adicionais da máquina incluem um motor elétrico, um ventilador para aspirar e direcionar moléculas de ar frio para o espaço de destino, "*airscoopers*" de remoção de calor para absorver o calor das moléculas de ar comprimido e dissipá-lo na atmosfera, além de aletas radiais conectadas a peças rotativas para ação centrífuga. Os "*airscoopers*" de compressão e de remoção de calor podem ter designs alternativos, como aletas radiais inclinadas que giram em torno de um eixo comum. Este sistema de resfriamento inovador representa uma abordagem ecológica e eficiente para lidar com os desafios do aquecimento global, oferecendo uma alternativa mais sustentável e acessível aos refrigerantes químicos convencionais.

Figura 35 - Unidade de resfriamento *AirDisc* com lâmina de ventilador oculta, esquema de vista frontal.



Fonte: PALMA, 2019.

7.2.4. Compressor, air conditioning system and vehicle

- Número da Patente: US11130389
- Criadores/Requerentes: Liu Yun, Hu Yusheng, Shan Caixia, Kang Xiaoli
- Administrador da Patente (Empresa): GREE GREEN REFIGERATION
- Data de Criação da Patente: 2017
- Status da Patente:
 - o Concedida: Áustria (AT), Suíça (CH), Alemanha (DE), União Europeia (EP), Reino Unido (GB), Irlanda (IE), Estados Unidos (US)

A patente descreve um compressor, um sistema de ar condicionado e um veículo que apresentam inovações significativas. O compressor é projetado com uma cavidade de compressão, além de uma cavidade de flash capaz de converter um refrigerante líquido em gás, juntamente com uma passagem de comunicação que liga a saída de gás da cavidade de flash e a entrada de fornecimento de gás de aumento de entalpia da cavidade de compressão.

A cavidade de flash é equipada com uma entrada e uma saída de líquido. A entrada da cavidade de flash está conectada a uma saída de um condensador, enquanto a saída de líquido da cavidade de flash se conecta à entrada de um evaporador. Isso permite o fluxo controlado do refrigerante através do sistema.

O sistema de ar condicionado compreende o compressor, um evaporador, um condensador, um dispositivo de flash e várias tubulações que conectam todo o sistema. A inovação aqui é a inclusão de um compressor com uma cavidade de flash que tem a função de converter o refrigerante líquido em gás. Isso simplifica o sistema de aumento de entalpia como um todo e economiza espaço, eliminando a necessidade de uma estrutura de flasher adicional. Essas melhorias tornam o sistema de aumento de entalpia mais adequado para sistemas de ar condicionado em veículos, especialmente aqueles com espaço limitado. A patente também menciona a aplicação dessa inovação em veículos, particularmente em veículos elétricos que usam o sistema de ar condicionado descrito.

Para funcionar, o compressor pressuriza o refrigerante, enquanto a cavidade de flash desempenha um papel fundamental na conversão controlada do refrigerante líquido em gás. Essas tecnologias proporcionam eficiência e economia de espaço para sistemas de ar condicionado, tornando-os adequados para uma ampla variedade de aplicações, incluindo veículos e outros dispositivos de refrigeração.

Figura 36 - Diagrama de estrutura de blocos de um sistema de ar condicionado com aumento de entalpia para um veículo elétrico de acordo com uma modalidade da patente.

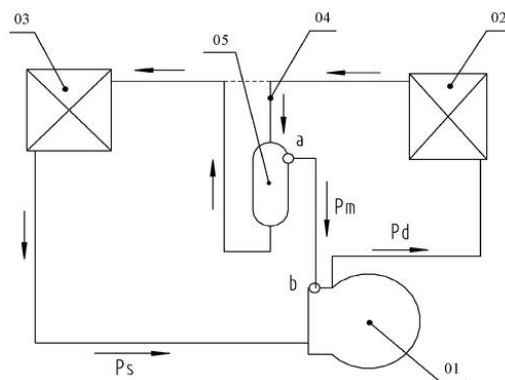


FIG. 1

Fonte: LIU, 2017.

7.2.5. Head fastening arrangement of cooling compressor

- Número da Patente: US10400763

- Criadores/Requerentes: De Andrade Daniel Lacerda, Sacomori Diego, Castro Mattias da Silva, Pereira Alexandre de Assis

- Administrador da Patente (Empresas): EMBRACO INDUSTRIA DE COMPRESSORES E SOLUCOES E REF, NIDEC, WHIRLPOOL, WORLD POOL

- Data de Criação da Patente: 2016

- Status da Patente:

- Concedida: Brasil (BR), Suíça (CH), China (CN), Alemanha (DE), União Europeia (EP), Irlanda (IE), Japão (JP), Turquia (TR), Estados Unidos (US)

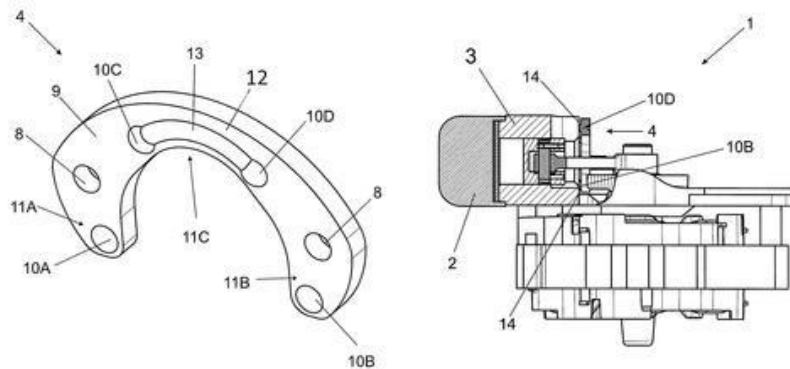
- Pendente: Índia (IN), Tailândia (TH)

A presente invenção pertence ao campo tecnológico do arranjo de fixação da cabeça e seus componentes ao bloco de um compressor, especialmente daqueles utilizados em sistemas de resfriamento de eletrodomésticos. O arranjo de fixação da cabeça do compressor de resfriamento inclui uma cabeça posicionada no cilindro do compressor de resfriamento e com uma tampa de cabeça. Além disso, pelo menos um dispositivo de suporte é posicionado no cilindro, e pelo menos um elemento de união liga a tampa da cabeça ao dispositivo de suporte. Esse elemento de união é capaz de transmitir força que pressiona a tampa da cabeça e o dispositivo de suporte contra o cilindro.

As reivindicações da patente detalham o arranjo de fixação da cabeça para um compressor de resfriamento. O arranjo inclui uma cabeça com uma tampa de cabeça e pelo menos um dispositivo de suporte. O dispositivo de suporte está localizado na parte traseira do cilindro, oposto à cabeça. A tampa da cabeça e o dispositivo de suporte são conectados por um elemento de união que pode transmitir força para pressioná-los contra o cilindro. O dispositivo de suporte possui áreas de contato sobressalentes em sua superfície voltada para o cilindro. Reivindicação 2 especifica que o dispositivo de suporte possui pelo menos quatro áreas de contato sobressalentes. Reivindicação 3 descreve ainda que o dispositivo de suporte possui um corpo arqueado com áreas de contato sobressalentes nas extremidades e em uma área recuada. Essa área recuada também inclui um segmento de rigidez em formato de arco. A reivindicação 5 declara que o dispositivo de suporte tem um corpo arqueado. A reivindicação 6 explica que o elemento de união é um parafuso com pelo menos uma rosca, que conecta a tampa da cabeça e o dispositivo de suporte por meio de abas perfuradas salientes e furos de fixação. Reivindicação 7 especifica que existem dois parafusos associados ao furo de fixação do dispositivo de suporte. Reivindicação 8 acrescenta que o dispositivo de suporte possui pelo menos dois

furos de fixação alinhados com abas perforadas salientes na tampa da cabeça. A última reivindicação reitera o arranjo da cabeça, tampa da cabeça e dispositivo de suporte dentro do compressor de resfriamento. Esse arranjo inovador aprimora a fixação da cabeça do compressor de resfriamento, garantindo uma montagem mais eficaz e confiável.

Figura 37 - Vista em perspectiva de uma parte interna de um compressor hermético, de sua parte superior onde estão localizados o cabeçote, cilindro, pistão, biela, entre outros componentes.



Fonte: ANDRADE, 2016.

7.2.6. *Spindle compressor using refrigerant cooling for housing and rotor*

- Número da Patente: US10337515

- Criadores/Requerentes: Steffens Ralf, Klein Steffen

- Data de Criação da Patente: 2014

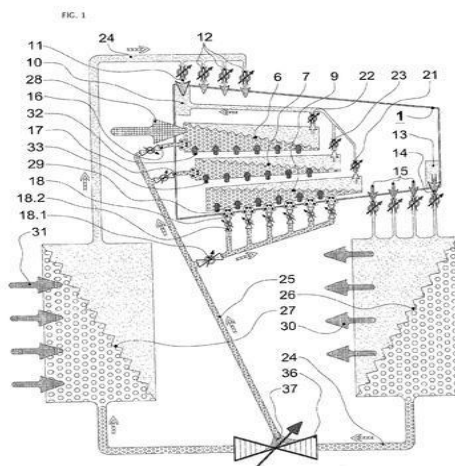
- Status da Patente:

- Concedida: Austrália (AU), China (CN), Estados Unidos (US)
- Pendente: Alemanha (DE), Índia (IN), Japão (JP), Coreia do Sul (KR)

A presente invenção está relacionada a um compressor de eixo, especialmente para uso em máquinas de compressão para refrigeração. Este compressor é projetado como um compressor de eixo sem fluido de operação no espaço de trabalho e possui um rotor de eixo de 2 dentes e um rotor de eixo de 3 dentes em um invólucro de compressor circundante. O importante desta inovação é melhorar a eficiência do compressor e oferecer um ajuste flexível de potência.

A proposta inovadora sugere o uso de um compressor de eixo de múltiplos estágios como um compressor de refrigerante, onde tanto o invólucro do compressor quanto os rotores de eixo são resfriados por meio de um ramo de desvio de refrigerante líquido do circuito principal de fluxo de refrigerante. O resfriamento do invólucro do compressor é controlado através da evaporação do refrigerante, com o vapor resultante sendo alimentado posteriormente na entrada. Além disso, para o ajuste de potência, há alimentações após a entrada para o espaço de trabalho, além da alimentação de entrada, e também descargas pré-saída, além da descarga de saída do espaço de saída, cada uma com seu próprio dispositivo regulador. As reivindicações da patente detalham ainda mais as características deste compressor, incluindo o resfriamento por evaporação, a não paralelismo dos eixos de rotação dos rotores de eixo, as perfurações de resfriamento nos rotores, a manutenção das distâncias de folga entre os rotores e o invólucro e a presença de reguladores para controle preciso das operações. Essa inovação visa melhorar a eficiência e a flexibilidade de operação dos compressores, tornando-os mais adequados para aplicações em sistemas de refrigeração.

Figura 38 - Esquema de um circuito refrigerante de uma máquina de refrigeração por compressão.



Fonte: STEFFENS, 2015.

7.2.7. Hermetic compressor and refrigerator

- Número da Patente: JP2014202070

- Criadores/Requerentes: Kenji Kinjo, Noboru Iida

- Data de Criação da Patente: 2014

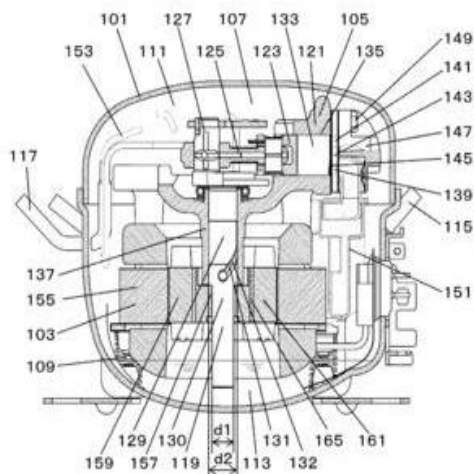
- Administrador da Patente: Panasonic

Esta invenção visa fornecer um compressor hermético altamente eficiente, reduzindo a perda de torque devido à força de atração magnética gerada entre um eixo principal e um rolamento, bem como a perda de ferro (particularmente perda de corrente de Foucault) devido ao fluxo de vazamento, sem degradação da eficiência de um elemento elétrico.

A solução para este problema envolve a fixação de um rotor a uma parte de fixação do rotor de um virabrequim por meio de uma luva não magnética feita de material não magnético. Essa luva não magnética cria um efeito de blindagem magnética que reduz o fluxo magnético que passa pela parte de fixação do rotor e suprime a magnetização do virabrequim. Além disso, o efeito de blindagem magnética evita a redução nos caminhos magnéticos de um núcleo de ferro do rotor e o aumento do fluxo magnético de vazamento do rotor. Isso permite a redução da perda de torque devido à força de atração magnética entre o eixo principal e um rolamento e a perda de ferro (especificamente perda de corrente de Foucault) devido ao fluxo magnético de vazamento, sem degradar a eficiência de um elemento elétrico. Como resultado, é possível fornecer um compressor hermético altamente eficiente.

Essa inovação visa melhorar a eficiência dos compressores herméticos, tornando-os mais eficazes na redução de perdas de energia, ao mesmo tempo que mantêm a integridade do sistema elétrico. A patente também menciona um refrigerador que inclui um circuito de refrigerante conectando o compressor, radiador, dispositivo de redução de pressão e dissipador de calor de maneira anelar por meio de tubulações. Isso sugere que a inovação está relacionada à refrigeração e à otimização do compressor usado em sistemas de refrigeração.

Figura 39 - Vista em corte vertical de um compressor do tipo selado de acordo com a presente invenção.



Fonte: KINJO, 2013

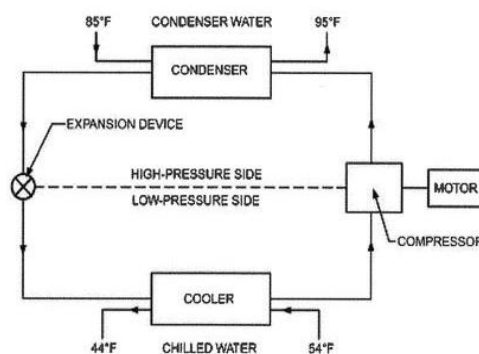
7.2.8. Use of r-1233 in liquid chillers

- Número da Patente: US10077388
- Criadores/requerentes: Van Horn Brett L e Bonnet Philippe.
- Data de criação:
- Administrador da Patente (Empresa): Arkema.
- Status da Patente:
 - Concedida: Áustria (AT), Austrália (AU), Bélgica (BE), Brasil (BR), Canadá (CA), Suíça (CH), China (CN), Alemanha (DE), União Europeia (EP), Espanha (ES), França (FR), Reino Unido (GB), Grécia (GR), Irlanda (IE), Índia (IN), Itália (IT), Japão (JP), Coreia do Sul (KR), Países Baixos (NL), Polônia (PL), Arábia Saudita (SA), Turquia (TR), Taiwan (TW) e Estados Unidos (US).
 - Pendente: México (MX).

A patente aborda o uso de clorotrifluoropropenos como refrigerantes em chillers de pressão negativa e métodos para substituir um refrigerante existente em um chiller por clorotrifluoropropenos. Esses clorotrifluoropropenos, com ênfase no 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, demonstram alta eficiência e capacidade inesperadamente elevada em aplicações de chillers líquidos. Eles servem como alternativas mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, incluindo a substituição de refrigerantes como o R-123 e o R-11.

O sistema de chiller inclui um compressor centrífugo, pelo menos um resfriador líquido, pelo menos um condensador, uma unidade de purga e um refrigerante. O refrigerante utilizado no sistema é o 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, sendo que o isômero trans compõe mais de 70% em peso. O compressor pode ser de múltiplos estágios, com 2 ou 3 estágios, e pode ser isento de óleo. O resfriador líquido pode ser um evaporador inundado. O condensador pode ser refrigerado a água ou a ar, e um dos condensadores pode operar em temperaturas variando de aproximadamente 26,7°C (80°F) a 60°C (140°F). O sistema de chiller também pode ser um sistema de recuperação de calor, onde o calor é recuperado da água que sai do condensador refrigerado a água ou do refrigerante em si. O lubrificante utilizado no sistema pode ser selecionado a partir de vários tipos, incluindo óleos minerais, óleos de éster de poliol, óleos de éter de polivinila, óleos de alquilbenzeno e misturas desses óleos. O refrigerante também pode incluir outras substâncias, como hidrofluorolefinas, hidrofluorcarbonetos, hidroclorofluorcarbonetos, clorofluorcarbonetos, hidroclorolefinas, fluorocetonas, hidrofluoroéteres, hidrocarbonetos, amônia e suas misturas. A unidade de purga compreende um sistema de refrigeração, um sistema de esvaziamento e controles do sistema. Essa inovação oferece uma alternativa mais eficiente e ecológica para sistemas de resfriamento, incluindo a substituição de refrigerantes tradicionais por clorotrifluoropropenos, que são mais amigáveis ao meio ambiente.

Figura 40 - Esquema de um sistema típico de *chiller*.



Fonte: Van Horn, 2009.

8. CONCLUSÕES

O presente estudo aborda de maneira abrangente as inovações no mercado de refrigeração por compressores. Seu principal objetivo reside na identificação das semelhanças e diferenças entre essas inovações nos diversos setores, como agricultura, habitação, varejo, transporte e mobilidade, computação e saúde. Além disso, são apresentadas inovações encontradas em artigos científicos e patentes relacionadas ao campo. Todas estas informações servem para auxiliar na tomada de decisão de um indivíduo ou empresa que tenha interesse em participar do mercado de refrigeração por compressores herméticos, ou também quem já se encontra estabelecido no mercado e deseja explorar algum outro setor ou tecnologia de caráter inovativo.

Através de uma revisão bibliográfica, observa-se que o mercado de refrigeração está em constante evolução, ajustando-se às demandas comerciais e avanços tecnológicos vigentes. Nesse contexto, a metodologia da Inteligência Competitiva Tecnológica (TCI) emerge como uma abordagem adequada para a elaboração de relatórios de inteligência destinados a setores específicos e amplos. Esses relatórios fornecem informações valiosas a uma variedade de *stakeholders* em questões de interesse específico ou abrangente.

As inovações analisadas na pesquisa aberta revelam como o mercado tem se adaptado a novos métodos de refrigeração, embora ainda dependa fortemente dos sistemas convencionais baseados em compressores herméticos. Notavelmente, os novos métodos não parecem substituir inteiramente as abordagens convencionais; em vez disso, complementam as lacunas em determinadas aplicações, como dispositivos móveis. É importante destacar que, com o desenvolvimento de compressores de tipos diferentes, como os lineares, que apresentam dimensões menores, essas lacunas específicas podem ser preenchidas.

Os artigos científicos revisados enfatizam o aprimoramento de compressores existentes, particularmente os compressores lineares. Além disso, as mudanças climáticas recentes ressaltam a necessidade de explorar novos fluidos ou utilizar fluidos existentes que não causem danos à camada de ozônio, como o gás R134a. No que se refere às patentes, verifica-se que, enquanto melhorias em dispositivos, componentes ou sistemas de compressores existentes são frequentes, produtos inteiramente inovadores continuam

a surgir no mercado. Além disso, sistemas inventivos também são identificados nas patentes examinadas.

Para futuros trabalhos ou pesquisas solicitadas por empresas privadas, a abordagem proposta por Araújo (2020) ressalta a importância da fase inicial de definição de requisitos. As demandas dos tomadores de decisão, definidas no início do processo, constituem o principal insumo na abordagem de Inteligência Competitiva Tecnológica, uma vez que todas as etapas subsequentes têm como objetivo atendê-las. Essa dependência é ainda mais relevante quando a análise de TCI é conduzida por uma entidade externa, como o Grupo de Gestão da Informação (GGI). A exterioridade aumenta o risco da análise devido a potenciais desafios na comunicação e expressão das necessidades dos tomadores de decisão, o que pode dificultar a definição dos requisitos. Portanto, o foco reside em auxiliar os tomadores de decisão a compreender o que pode ser valioso para suas operações e, posteriormente, conduzir uma análise mais aprofundada sobre esses tópicos.

Este trabalho de conclusão de curso aborda de maneira geral diversos setores e inovações com temáticas variadas. Contudo, é crucial ressaltar que pesquisas direcionadas e mais específicas podem e devem ser conduzidas para analisar detalhadamente as peculiaridades de indústrias, sistemas e outros aspectos destacados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

3-MODE fridge/freezer/chiller. Disponível em: <https://ipeco.com/products-and-services/galley-inserts/refrigerators-freezers-chillers/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ALBESCU, Felicia; PUGNA, Irina; PARASCHIV, Dorel. **Business & Competitive Intelligence: the ultimate use of Information Technologies in Strategic Management**. [S.L.], p. 1-10. 2008.

A HIGH Performance Linear Compressor For CPU Cooling. 2002. Disponível em: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2602&context=icec>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ALPESH, Mehta. Comfort level based on improved heating, cooling (evaporation) & ventilation using solar thermal. Patente: WO2016170411. Data de depósito: 20/04/2015.

AMCARGO International Worldwide Logistics. Disponível em: <https://www.amcargo.es/en/sea-transportation/sea-transportation-refrigerated-cargo/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ARAUJO, Ítalo Bertoncini de. Method for competitive Intelligence Analysis and Technology Landscape by Passive Information Sources. 2020. 39 f. TCC (Graduação) - **Curso de Engenharia Mecânica, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2020.

ARBUSA. Disponível em: <https://arbusa.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ASIA METROPOLITAN UNIVERSITY, MALAYSIA.; ZUOCHUN, W. An Empirical Study of Competitive Intelligence Activities, Knowledge Management Processes and Innovation Performance. **International Journal of Science and Business**, p. 83–96, 2023.

BANSAL, Naman. **Why Mobile Phones and Tablets Don't Need CPU Cooling Fans**. 2018. Disponível em: <https://newspatrolling.com/why-mobile-phones-and-tablets-dont-need-cpu-cooling-fans/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BARTA, R. B.; GROLL, E. A.; HUGENROTH, J. J. Modeling and control strategy of a transcritical carbon dioxide cycle for application in multi-temperature refrigerated container systems. *Refrigeration Science and Technology*. Anais...2018. Disponível em:

<<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049859029&doi=10.18462%2fiir.gl.2018.11116&partnerID=40&md5=8b0d6b5c383b1b5b1e440498890511d6>>

BARTA, R. B.; GROLL, E. A.; ZIVIANI, D. Review of stationary and transport CO₂ refrigeration and air conditioning technologies. **Applied Thermal Engineering**, v. 185, p. 116422, fev. 2021.

BERGERON, P.; HILLER, C. A. Competitive intelligence. **Annual Review of Information Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 353–390, jan. 2002.

BILLIARD, François (Estados Unidos). FOOD SAFETY AND REFRIGERATION. 2002. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/ce0499fe-c2d8-5d35-bb2f-57a732dc2913/>. Acesso em: 20 maio 2023.

BIOFRESH – experience a world of freshness. Disponível em: <https://home.liebherr.com/en/gbr/why-liebherr/biofresh/food-storage.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BIOFRIDGE. Disponível em: <https://biofridge.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BLOOD bank refrigerators | Choosing the right laboratory/medical refrigerator. Disponível em: <https://www.medicalexpo.com/medical-manufacturer/blood-bank-refrigerator-29009.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BLOOD BANK REFRIGERATORS. Disponível em: <https://www.bmedicalsystems.com/en/solutions/blood-management/blood-bank-refrigerators/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BLUE Water Shipping. Disponível em: <https://www.bws.net/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BORGES, G. et al. In situ Tribo-Fluorination for Oil-Less Hermetic Compressor Applications. **Frontiers in Mechanical Engineering**, v. 7, p. 652001, 17 mar. 2021.

BORGINI, Julia. **Data center cooling systems and technologies and how they work**. 2022. Disponível em: <https://www.techtarget.com/searchdatacenter/tip/Data-center-cooling-systems-and-technologies-and-how-they-work>. Acesso em: 21 nov. 2023.

BRITO, Michael. **Decoding Competitive Intelligence Research: Why it Matters!** 2023. Disponível em: <https://www.britopian.com/data/competitive-intelligence-research/>. Acesso em: 20 out. 2023.

BUSINESS RESEARCH INSIGHTS. **https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/agricultural-air-conditioner-market-100184#:~:text=The%20global%20agricultural%20air%20conditioner,compared%20to%20pre%2Dpandemic%20levels.** 2023. Disponível em: <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/agricultural-air-conditioner-market-100184#:~:text=The%20global%20agricultural%20air%20conditioner,compared%20to%20pre%2Dpandemic%20levels..> Acesso em: 21 nov. 2023.

CABELLO, R. et al. Experimental comparison between R152a and R134a working in a refrigeration facility equipped with a hermetic compressor. **International Journal of Refrigeration**, v. 60, p. 92–105, dez. 2015.

CALOF, J.; SMITH, J. The integrative domain of foresight and competitive intelligence and its impact on R&D management: Integrative domain of foresight and competitive intelligence. **R&D Management**, v. 40, n. 1, p. 31–39, 16 dez. 2009.

CHEN, H. et al. Static and dynamic characteristics of a novel moving magnet linear compressor. **Journal of Mechanical Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 87–97, 2022.

CHEN, M.; JU, Y. L.; HAO, X. H. Experimental study on a co-axial pulse tube cryocooler driven by a small thermoacoustic stirling engine. AIP Conference Proceedings. Anais...2014. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063820768&doi=10.1063%2f1.4860743&partnerID=40&md5=86d2da79952bcaa8a12fd90f2336a4d3>

CHEN, W. et al. A high pressure ratio DC compressor for tactical cryocoolers. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. Anais...2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84982126587&doi=10.1117%2f12.2224731&partnerID=40&md5=70226fe335c07ea53302d23caea5c639>

CHEN, Wu. Ultra-low temperature siren for screw unit. SHANDONG AIRPOWER ENERGY SAVING EQUIPMENT. Patente: CN208606439U. Data de depósito: 26/06/2018.

CHONG, Zhang. Differential pressure precooling system for fruits and vegetables. TECHNICAL INSTITUTE OF PHYSICS & CHEMISTRY. Patente: CN209345935U. Data de depósito: 08/11/2018.

CHOOSING the right laboratory/medical refrigerator. Disponível em: <https://guide.medicaexpo.com/choosing-the-right-laboratory-medical-refrigerator/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

COLD Storage. Disponível em: <https://www.darwinchambers.com/cold-storage/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

COLD Therapy (Cryotherapy) for Pain Management. Disponível em: <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?contenttypeid=134&contentid=95#:~:text=Cryotherapy%20literally%20means%20cold%20therapy,and%20whirlpools%2C%20or%20ice%20baths..> Acesso em: 21 nov. 2023.

CONG, Liu. Compact type double-machine two-stage-screw refrigeration compression system. WUHAN NEW WORLD REFRIGERATION INDUSTRY. Patente: CN203501743U. Data de depósito: 29/07/2013.

COOLING Particle Accelerators: Linear Accelerators and Cyclotrons. Disponível em: <https://lairdthermal.com/thermal-technical-library/white-papers/cooling-particle-accelerators-linear-accelerators-and-cyclotrons>. Acesso em: 21 nov. 2023.

COOLING Rapid EV Charging. Disponível em: <https://aspensystems.com/system-applications/electric-vehicle/rapid-ev/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

COVID-19 VACCINE COLD STORAGE SOLUTIONS. Disponível em: <https://www.accucold.com/covid-19-vaccine-cold-storage-solutions>. Acesso em: 21 nov. 2023.

CRYOABLATION. Disponível em: <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/cryoablation>. Acesso em: 21 nov. 2023.

CUSTOM Floral Cooler. Disponível em: <https://procoolmfg.com/floral-cooler/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

DAS, S. R. Competitive Technical Intelligence Tools for Innovation and Technology Forecasting. **Asia Pacific Business Review**, v. 6, n. 2, p. 30–40, abr. 2010.

DE ANDRADE, Daniel L. Head fastening arrangement of cooling compressor. EMBRACO. Patente: US10400763. Data de depósito: 14/06/2016.

DE MELLO, J. D. B. et al. Effect of the actual environment present in hermetic compressors on the tribological behaviour of a Si-rich multifunctional DLC coating. **Wear**, v. 267, n. 5–8, p. 907–915, jun. 2009.

DYNAMO Aviation. Disponível em: <https://www.dynamoaviation.com/products-3/galley-systems/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

Effects of Competitive Intelligence Practices on Organizational Performance: A Case Study of The Aga Khan Hospital Mombasa. **IJARKE Business & Management Journal**, v. 1, n. 1, 2018.

EFFICIENT processing on coastal vessels: Carsoe launches new equipment to optimize cooling. Disponível em: <https://carsoe.com/news/posts/efficient-processing-on-coastal-vessels-new-fish-cooling-carrousel/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

EMBRYO Freezer. Disponível em: <https://microq.com/embryo-freezer/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

EMPOWERING smallholder farmers through sustainable cold chain solutions. Disponível em: <https://cooelectrica.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ENVIRONMENTAL Control Unit ECU Series. Disponível em: <https://aspensystems.com/wp-content/uploads/2019/12/ECU-550-1800-O.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ENVIRONMENTALLY friendly cold storage for fish – an example from Kenya. Disponível em: https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/user_upload/2019_GCI_FishCoolingStore.pdf. Acesso em: 21 nov. 2023.

ENVIROTAINER container RAP e2 The most advanced temperature-controlled air cargo container. Disponível em: <https://www.envirotainer.com/497055/siteassets/documents/Envirotainer-RAPe2-container-tech-specs.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

EUROASIAN Cargo Solutions. Disponível em: <https://www.euascargo.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

FERREIRA, W. M.; SILVA, E.; DESCHAMPS, C. J. A parametric optimization procedure for the suction system of reciprocating compressors. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Anais...2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84941236381&doi=10.1088%2f1757-899X%2f90%2f1%2f012027&partnerID=40&md5=837dc6e5829cbc89fc1b839855c09110>>

FERRUCCI, F. et al. Mechanical compressor-driven thermochemical storage for cooling applications in tropical insular regions. Concept and efficiency analysis. **Applied Energy**, v. 219, p. 240–255, jun. 2018.

FRIDGE Chair. Disponível em: <https://www.vkf-renzel.com/fridge-chair-51-0345-1.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

GLOBE NEWSWIRE. **Medical Refrigerators Market size worth \$ 5.10 Billion, Globally, by 2030 at 5.3% CAGR: Verified Market Research®**. 2022. Disponível em: <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/07/18/2481170/0/en/Medical-Refrigerators-Market-size-worth-5-10-Billion-Globally-by-2030-at-5-3-CAGR-Verified-Market-Research.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

GOVOREANU, Alexandru et al. **Competitive intelligence. Studies in Business and Economics**, 2010, v. 5, p. 101–107.

GRAM Bioline. Disponível em: <https://gram-bioline.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

GRAND VIEW RESEARCH. **Data Center Cooling Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Air Conditioners, Chillers), By Application (Telecom, IT, Retail), By Containment, By Structure, By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030**. 2021. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/data-center-cooling-market>. Acesso em: 21 nov. 2023.

GRAND VIEW RESEARCH. **Household Refrigerators And Freezers Market Size, Share & Trends Analysis Report By Capacity (15-30 cu. Ft., Less Than 15 cu. Ft.), By Structure (Built-in, Freestanding), By Door Type (Single, Double), And Segment Forecasts, 2021 - 2028.** 2019. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/household-refrigerators-freezers-market>. Acesso em: 21 nov. 2023.

GUAN, Li. Two-system doubly-fed combined cooling, heating and power air conditioner serial and parallel-connected with decompression generator set. Patente: CN104061715. Data de depósito: 23/06/2014.

GUOBIN, Li. Ejecting enthalpy-increasing water-cooling air-cooled heat pump module unit. HANRUN UNITED HIGH TECHNOLOGY DEVELOPMENT BEIJING. Patente: CN113418316B. Data de depósito: 08/06/2021.

GUOBIN, Li. Ejecting water-cooling air-cooled heat pump module unit. HANRUN UNITED HIGH TECHNOLOGY DEVELOPMENT BEIJING. Patente: CN113418318. Data de depósito: 08/06/2021.

HAIHUA, Luo. Anti-surge method for micro-miniature steam residual pressure driven centrifugal air compressor. ZHEJIANG ZHENENG LANXI ELECTRIC POWER GENERATION. Patente: CN114857073B. Data de depósito: 24/05/2022.

HELIOX Energy. Disponível em: <https://www.heliox-energy.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

HERRING, Jan The Role of Intelligence in Formulating Strategy. **Journal of Business Strategy**, 1992, 13(5), 54–60.

HONGSHUANG, Zhao. Novel rotary compressor of high energy efficiency low noise. RECHI PRECISION ELECTRIC MACHINERY. Patente: CN207333190U. Data de depósito: 16/10/2019.

HOW Data Center Cooling Works & Can Promote Sustainability. Disponível em: <https://www.bmc.com/blogs/data-center-cooling/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

HOW microchips are made. Disponível em: <https://www.asml.com/en/technology/all-about-microchips/how-microchips-are-made>. Acesso em: 21 nov. 2023.

HOWARD. **What Are Server Cooling Technologies?** 2022. Disponível em: <https://community.fs.com/article/what-are-server-cooling-technologies.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

HYDROGEN Fuel Cell Cooling Systems. Disponível em: <https://www.graysonts.com/product/hydrogen-fuel-cell-cooling-systems/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

ICECURE. Disponível em: <https://www.icecure-medical.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

INDUSTRIAL Ice Machine. Disponível em: <https://www.htt-ag.com/products/industrial-ice-machine/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

INNO+. Disponível em: <https://inno-plussystems.com/en/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

INTERNATIONAL CONGRESS OF REFRIGERATION (França) (comp.). **WORD OF WELCOME FROM THE 2023 ICR PRESIDENT.** 2023. Disponível em: <https://www.icr2023.org/>. Acesso em: 22 maio 2023.

ISLER, Y. et al. Design of microcontroller-based decentralized controller board to drive chiller systems using PID and fuzzy logic algorithms. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering**, v. 234, n. 1, p. 98–107, 2020.

IZAWA, Takeshi. Manufacturing method of rotary compressor, and rotary compressor obtained by the manufacturing method. MITSUBISHI ELECTRIC. Patente: JP6238784. Data de depósito: 20/02/2014.

JIAN, Xie. Milking station is adopted in outdoor removal. HONGYUAN TIANYU YAK DAIRY INDUSTRY. Patente: CN205585038U. Data de depósito: 20/04/2016.

JIAN, Xie. Outdoor movable milk collecting station. HONGYUAN TIANYU YAK DAIRY INDUSTRY. Patente: CN105850758. Data de depósito: 20/04/2016.

JIANBO, Li; KAI, Liu; XIAOLONG, Han; CHEN, Zhang; FULIN, Cui; XIANGQIANG, Kong. A novel absorption–compression combined refrigeration cycle activated by engine waste heat. **Energy Conversion And Management**, [S.L.], v. 205, p. 112420, fev. 2020.

JMT US LLC. Disponível em: <https://jmt-us.com/concept>. Acesso em: 21 nov. 2023.

JOMDE, A. et al. Modeling and measurement of a moving coil oil-free linear compressor performance for refrigeration application using R134a. **International Journal of Refrigeration**, v. 88, p. 182–194, 2018.

KANG, Lee. Horizontal rotary compressor with enhanced tiltability during operation. ASPEN COMPRESSOR. Patente: US11655820. Data de depósito: 04/02/2020.

KINJO, Kenji. Hermetic compressor and refrigerator. PANASONIC. Patente: JP2014202070. Data de depósito: 01/04/2013.

KLEUSTER. Disponível em: <https://www.kleuster.com/en/produits/refrigerated-cargo-bike/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

LAPTOPS 101: Understanding what goes into designing an efficient laptop cooling solution. 2019. Disponível em: <https://www.msi.com/blog/laptops-101-understanding-what-goes-into-designing-an-efficient-laptop-cooling-solution>. Acesso em: 21 nov. 2023.

LINEAR Accelerator. Disponível em: [https://www.mercy.net/service/linear-accelerator/#:~:text=A%20linear%20accelerator%2C%20also%20referred,%2Dmodulated%20radiation%20therapy%20\(IMRT\)](https://www.mercy.net/service/linear-accelerator/#:~:text=A%20linear%20accelerator%2C%20also%20referred,%2Dmodulated%20radiation%20therapy%20(IMRT)). Acesso em: 21 nov. 2023.

MAKSIMOV, A. V. The Influence of Refrigerants on Energy Indicators of Hermetic Compressors. **International Journal of Emerging Trends in Engineering Research**, v. 8, n. 7, p. 3305–3309, 25 jul. 2020.

MARKETS AND MARKETS. **Commercial Refrigeration Equipment Market by Product Type, Refrigerant Type (Florocarbons, Hydrocarbons, Inorganics), Application (Hotels & Restaurants, Supermarkets & Hypermarkets), and Region - Global Forecast to 2026**. 2021. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/commercial-refrigeration-equipment-market-32445265.html#:~:text=The%20global%20commercial%20refrigeration%20equipment,6.2%25%20from%202021%20to%202026..> Acesso em: 21 nov. 2023.

MARKETS AND MARKETS. **Refrigerated Transport Market by Mode of Transport (Road, Sea, Rail & Air), Application (Chilled food & Frozen food), Vehicle Type (LCV, MHCV & HCV), Temperature (Single & Multi-temperature), Technology and Region - Global Forecast to 2027**. 2022. Disponível em:

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/refrigerated-transport-market-779494.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MARTEL, A. et al. Development of a Climate and Altitude Simulation Test Bench for Handheld Power Tools. **SAE Technical Papers**, 2018.

MATTHIAS, D. M. et al. Freezing temperatures in the vaccine cold chain: A systematic literature review. **Vaccine**, v. 25, n. 20, p. 3980–3986, maio 2007.

MEDICAL technology Cooling systems for Computed Tomography. Disponível em: <https://dimplexthermal.com/wp-content/uploads/2016/05/Riedel-cooling-systems-for-CT-brochure2.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MENEGHETTI, Carlos Renato; TIZZEI, Alexandre; CAPPELLI, Nelson Luis; UMEZU, Claudio Kiyoshi; BEZZON, Guilherme. A Mathematical model for the cold storage of agricultural products. **Revista Ciência Agrônômica**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 286-293, jun. 2013.

MICRO Vapor Cycle System. Disponível em: <https://aerospace.honeywell.com/us/en/products-and-services/product/hardware-and-systems/air-and-thermal-systems/micro-vapor-cycle-system>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MODINE Commercial Electric Vehicles. Disponível em: <https://www.modine.com/markets/commercial-electric-vehicles/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MODINE Last mile delivery van. Disponível em: <https://www.modineev.com/application/last-mile-delivery-van/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MORINI, M. et al. Analysis of a scroll machine for micro ORC applications by means of a RE/CFD methodology. **Applied Thermal Engineering**, v. 80, p. 132–140, abr. 2015.

NA, Zhang. Multifunctional air source heat pump fruit and vegetable heat treatment device. EAST CHINA JIAOTONG UNIVERSITY. Patente: CN110050824. Data de depósito: 10/04/2019.

NASRI, W. Competitive intelligence in Tunisian companies. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 24, n. 1, p. 53–67, 4 jan. 2011.

NEW ultra-flexible prep-and-store solution. Disponível em: <https://www.williams-refrigeration.com.hk/news/product-launch/new-ultra-flexible-prep-and-store-solution>.

Acesso em: 21 nov. 2023.

OOI, K. T.; SHAKYA, P. Simulation studies of a coupled vane compressor. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Anais...2019. Disponível em:

<[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073618267&doi=10.1088%2f1757-899X%2f604%2f1%2f012069&partnerID=40&md5=dd71c84b8dd0391bfc3c4c44214b2c37)

[85073618267&doi=10.1088%2f1757-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073618267&doi=10.1088%2f1757-899X%2f604%2f1%2f012069&partnerID=40&md5=dd71c84b8dd0391bfc3c4c44214b2c37)

[899X%2f604%2f1%2f012069&partnerID=40&md5=dd71c84b8dd0391bfc3c4c44214b](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073618267&doi=10.1088%2f1757-899X%2f604%2f1%2f012069&partnerID=40&md5=dd71c84b8dd0391bfc3c4c44214b2c37)

[2c37](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073618267&doi=10.1088%2f1757-899X%2f604%2f1%2f012069&partnerID=40&md5=dd71c84b8dd0391bfc3c4c44214b2c37)>

OUSE, Margaret. **What Does Phase-Change Cooling Mean?** 2011. Disponível em:

[https://www.techopedia.com/definition/13727/phase-change-cooling#:~:text=Phase-](https://www.techopedia.com/definition/13727/phase-change-cooling#:~:text=Phase-Change%20Cooling-,What%20Does%20Phase-Change%20Cooling%20Mean%3F,PC%20to%20be%20too%20hot..)

[Change%20Cooling-,What%20Does%20Phase-](https://www.techopedia.com/definition/13727/phase-change-cooling#:~:text=Phase-Change%20Cooling-,What%20Does%20Phase-Change%20Cooling%20Mean%3F,PC%20to%20be%20too%20hot..)

[Change%20Cooling%20Mean%3F,PC%20to%20be%20too%20hot..](https://www.techopedia.com/definition/13727/phase-change-cooling#:~:text=Phase-Change%20Cooling-,What%20Does%20Phase-Change%20Cooling%20Mean%3F,PC%20to%20be%20too%20hot..). Acesso em: 21

nov. 2023.

PALMA, Maria. Airdisc technology: centrifugal compression and decompression for cooling. Patente: WO2019229533. Data de depósito: 26/05/2019.

PAN, X. et al. Research progress and outlook of refrigeration compressor for commercial and industrial applications at low temperature. **Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology)**, v. 52, n. 6, p.

1826–1836, 2021.

PCCOOLING: The Importance of Keeping Your PC Cool. Disponível em:

[https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/resources/pc-cooling-the-](https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/resources/pc-cooling-the-importance-of-keeping-your-pc-cool.html)

[importance-of-keeping-your-pc-cool.html](https://www.intel.com/content/www/us/en/gaming/resources/pc-cooling-the-importance-of-keeping-your-pc-cool.html). Acesso em: 21 nov. 2023.

PÉREZ-SEGARRA, C. D. et al. Detailed thermodynamic characterization of hermetic reciprocating compressors. **International Journal of Refrigeration**, v. 28, n. 4, p. 579–

593, jun. 2005.

PHADKULE, S. et al. Resonance analysis of opposed piston linear compressor for refrigerator application. **International Journal of Ambient Energy**, v. 40, n. 7, p. 775–

782, 2019.

PHARMACEUTICAL medical refrigerators. 2020. Disponível em: <https://arctiko.com/products/plus1plus10-c-pharmaceutical-medical-refrigerators/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

PLUS 4C blood bank refrigerators. 2021. Disponível em: <https://arctiko.com/products/plus4-c-blood-bank-refrigerators/#:~:text=Blood%20bank%20refrigerators%20are%20devices,refrigerators%20are%20the%20optimal%20choice..> Acesso em: 21 nov. 2023.

PORTABLE Vaccine Refrigerator - 12 litre. Disponível em: <https://www.valleynorthern.com/prod/portable-vaccine-refrigerator-12-litre-prt12>. Acesso em: 21 nov. 2023.

PREVENT heat stress with pad cooling. Disponível em: <https://www.fancom.com/blog/pad-cooling>. Acesso em: 21 nov. 2023.

QIN, Cui. Stability extension method of centrifugal compressor by regulating and controlling end wall of diffuser with dual-function coupling profile. XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY. Patente: CN113027785B. Data de depósito: 08/04/2021.

QINGHUI, Yang. New energy multi-input refrigerating system of refrigerator car. SHENYANG YUDA COLD CHAIN EQUIPMENT MANUFACTURING. Patente: CN111452711. Data de depósito: 18/01/2019.

RAMÍREZ-ATEHORTÖA, Fabián Hernando; ATEHORTÖA-GARCÍA, Catalina; MONTES-GÓMEZ, Luis Fernando. Monetary valuation of a technological patent under transfer alternatives. Manufacturer company case of products for the electrical and telecommunications sector in Medellín-Colombia. **Dyna**, [S.L.], v. 89, n. 221, p. 9-17, 22 abr. 2022.

RAZUMTSEVA, Olha. A refrigeration unit with dynamic air cooling and a working element of the unit. DAC. Patente: US20230129766. Data de depósito: 31/01/2020.

REFRIGERATION equipment for cooling berries. Disponível em: <https://subzero.ua/en/services/agricultural-enterprises/cooling-berries-technology-and-work-principle/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

REFRIGERATORS for pharmaceuticals and vaccines according to DIN 13277. 2021. Disponível em: <https://kirsch-medical.com/products/pharmaceutical-refrigerators.html>. Acesso em: 21 nov. 2023.

Research on the Application of AI Artificial Intelligence Technology in Intelligent Buildings. **Academic Journal of Architecture and Geotechnical Engineering**, v. 4, n. 3, 2022.

RONZONI, A. F. et al. A theoretical and experimental analysis of n-butane application for household refrigerators. *Refrigeration Science and Technology*. Anais...2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082719325&doi=10.18462%2fuir.icr.2019.1241&partnerID=40&md5=3434a5ab0104000976a5b705c10abe9a>>

SACASAS, D.; VEGA, J.; CUEVAS, C. An annual energetic evaluation of booster and parallel refrigeration systems with R744 in food retail supermarkets. A Chilean perspective. **International Journal of Refrigeration**, v. 133, p. 326–336, 2022.

SÁNCHEZ, D. et al. Influence of the superheat associated to a semihermetic compressor of a transcritical CO₂ refrigeration plant. **Applied Thermal Engineering**, v. 30, n. 4, p. 302–309, mar. 2010.

SEMICONDUCTOR Fabrication Equipment Cooling. Disponível em: <https://lairdthermal.com/applications/semiconductor-fabrication-equipment-cooling>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SHAHZAD, A.; HAQUE, U. U.; LAZOGLU, I. Effect of the micro-textured piston on the performance of a hermetic reciprocating compressor. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology**, v. 237, n. 5, p. 1107–1118, maio 2023.

SIEVERT, Allen. Compositions comprising fluoroolefins and uses thereof. Empresa: CHEMOURS. Patente: AU2020213451. Data de depósito: 27/09/2012.

SIQI, Duan. Novel piston for compressor. SICHUAN SHANGXIAN GONGQIAO CHEMICAL MACHINERY MANUFACTURING. Patente: CN213928678U. Data de depósito: 19/11/2020.

SKIN care mini fridges are taking over TikTok – here's why I love mine. 2021. Disponível em: <https://www.today.com/shop/beauty-products-skincare-fridge-t210325>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SODERSTROM, Thomas; SEXTON, Michael Justin Allen. **PC Cooling 101: How to Buy the Right Air or Water Cooler for Your Desktop CPU**. 2022. Disponível em: <https://www.pcmag.com/how-to/pc-cooling-101-how-to-buy-the-right-air-or-water-cooler-for-your-desktop>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SOLAR-POWERED cooler for fish retailers. Disponível em: <https://aquapost.in/solar-powered-cooler-for-fish-retailers/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SPAGNOL, Wigberto Antonio; SILVEIRA JUNIOR, Vivaldo; PEREIRA, Ericsem; GUIMARÃES FILHO, Nelson. Monitoramento da cadeia do frio: novas tecnologias e recentes avanços. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 21, 13 nov. 2017.

STEFFENS, Ralf. Spindle compressor using refrigerant cooling for housing and rotor. Patente: US10337515. Data de depósito: 03/06/2014.

STRAYHORN. Disponível em: <https://www.strayhorn.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SUN, J. et al. A novel oil-free dual piston compressor driven by a moving coil linear motor with capacity regulation using R134a. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 9, 2021.

TAN90. Disponível em: <https://tan90thermal.com/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

TANEV, S.; BAILETTI, T. Competitive intelligence information and innovation in small Canadian firms. **European Journal of Marketing**, v. 42, n. 7/8, p. 786–803, 25 jul. 2008.

TEFCOLD Cooler made for caviar. Disponível em: <https://www.tefcold.com/about/tefcold-news/cooler-for-caviar>. Acesso em: 21 nov. 2023.

THE importance of HVAC equipment for pharmaceutical manufacturing plants. 2020. Disponível em: <https://www.daikinapplied.eu/news-center/how-to-choose-adequate-hvac-equipment-for-pharmaceutical-manufacturing-plants/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

THE Wonder of Smartphones That Do Not Become Hot. 2012. Disponível em: <https://news.panasonic.com/global/stories/629>. Acesso em: 21 nov. 2023.

TOLPYGO, S. K. Superconductor digital electronics: Scalability and energy efficiency issues (Review Article). **Low Temperature Physics**, v. 42, n. 5, p. 361–379, maio 2016.

VERTICAL Farming. Disponível em: <https://www.weiss-technik.com/klimatechnik/en/thermal-management/vertical-farming>. Acesso em: 21 nov. 2023.

VOLTA Zero. Disponível em: <https://voltatrucks.com/volta-zero-details>. Acesso em: 21 nov. 2023.

WANG, T. et al. The study on mass transport process in the cylinder of CO₂ compressor based on p-V diagram. **Applied Thermal Engineering**, v. 174, 2020.

WEIXUE, You. Novel efficient block ice machine. NANTONG MEIJILE REFRIGERATION EQUIPMENT. Patente: CN215765904U. Data de depósito: 06/09/2021.

WHY do you need a cosmetic fridge. Disponível em: <https://www.hck-cool.shop/blogs/articles/why-do-you-need-a-cosmetic-fridge>. Acesso em: 21 nov. 2023.

WHY to keep a server cabinet cool. Disponível em: <https://www.blackbox.com.br/pt-br/page/25706/Recursos/Suporte-Tecnico/black-box-explica/Cabinets/Server-Cabinet-Cooling>. Acesso em: 21 nov. 2023.

XI, Chen. Novel Stirling air cooling frost-free refrigerator and temperature control method thereof. UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE & TECHNOLOGY. Patente: CN109028702. Data de depósito: 13/07/2018.

XIAN, Zhang. Electromagnetic reciprocating compressor. Patente: WO2019105101. Data de depósito: 30/11/2017.

XINHUI, Jiang. Liquid cooling device. YANTAI NINGXIN REFRIGERATION TECHNOLOGY. Patente: CN203203337U. Data de depósito: 07/02/2013.

YAN, Li. Medicine blending device for intravenous administration center. HENAN CANCER HOSPITAL. Patente: CN215611076U. Data de depósito: 24/09/2021.

YELIN, Li. Balance assembly, orbiting scroll assembly, shafting assembly and compressor. GREE GREEN REFRIGERATION TECHNOLOGY CENTER. Patente: CN112177934B. Data de depósito: 21/08/2020.

YI, K. et al. Research on performance of refrigeration centrifugal compressor with gas bearings for water chillers. **Energy Reports**, v. 8, p. 5562–5569, 2022.

YOSHIE, Togano. Refrigeration machine control device, turbo refrigeration machine, refrigeration machine control method, and program. MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES. Patente: US11346589. Data de depósito: 31/03/2017.

YUEPENG, Chen. Air-cooled milk storage box. NINGBO HUIKANG INDUSTRIAL TECHNOLOGY. Patente: CN211345986U. Data de depósito: 12/01/2020.

YUN, Liu. Compressor, air conditioning system and vehicle. GREE GREEN REFRIGERATION TECHNOLOGY CENTER. Patente: US11130389. Data de depósito: 26/10/2016.

Z Aidan, H. J. et al. Advancing Competitive Intelligence as a Correlation of Competitive Advantage in Iraqi Banking Industry. **International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences**, v. 12, n. 2, p. Pages 361-375, 23 fev. 2022.

ZGLICZYNSKI, M. Low GWP refrigerants era has started - Compressor manufacturer experience. Refrigeration Science and Technology. Anais...2017. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85050605734&doi=10.18462%2fiiir.compr.2017.0217&partnerID=40&md5=7ed75d3812890bb217206c08da3004e7>>

ZHONG, Weichang. Cold and hot machine and application thereof. Patente: CN107289667. Data de depósito: 11/04/2016.