



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

Confiabilidade no resfriamento dos containers refrigerados: Uma revisão da literatura

Liliane Santa Barbara dos Santos Sato

Programa de Pós-Graduação em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão – Universidade Federal do Paraná

Gustavo Valentim Loch

Programa de Pós-Graduação em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão – Universidade Federal do Paraná

Resumo: O container refrigerado - também conhecido como container *reefer* - é um dispositivo significativo na cadeia marítima de transporte de mercadorias, que visa garantir a segurança da qualidade do produto refrigerado transportado. Nesse sentido, este estudo analisou as publicações da literatura envolvendo o processo de manuseio de containers refrigerados, relacionando-os à identificação de pontos de gestão eficaz para este processo. Com este fim, foi realizada uma revisão da literatura, conforme Método Prisma, para avaliar os efeitos das intervenções durante a movimentação do container refrigerado em áreas portuárias/navios. Após o resultado de 645 títulos nos bancos de dados Web of Science e Scopus, foram aplicadas técnicas de filtragem, que resultaram no dossiê final de 44 artigos com tópicos principais a respeito do tema proposto. A importância deste estudo consiste na apresentação de um conjunto de dados setorizados, que possui o objetivo de ampliar o entendimento geral sobre as causas de flutuações de temperatura em containers refrigerados, baseando-se não apenas no equipamento técnico em si, mas, também, no detalhamento da visão completa da cadeia, abordando questões mais generalizadas do transporte refrigerado e da logística da cadeia de frio.

Palavras-chave: Container Refrigerado, Fluxo de Temperatura, Cadeia de Suprimentos, Cadeia de Frios, Armazenamento a frio.

Reliability in cooling refrigerated containers: A literature review

Abstract: The refrigerated container (also known as a reefer container) is a significant device in the maritime chain of transportation of goods, which aims to guarantee the safety of the quality of the refrigerated product transported. In this sense, this study analyzed the publications in the literature involving the process of handling refrigerated containers, relating them to the identification of effective management points for this process. To this end, a literature review was carried out according to the Prisma Method to assess the effects of interventions during the handling of refrigerated containers in port/ship areas. After 645 titles were found in the Web of Science and Scopus databases, filtering techniques were applied, resulting in a final dossier of 44 articles with main topics on the proposed theme. The importance of this study lies in the presentation of a set of sectorized data, which aims to broaden the general understanding of the causes of temperature

fluctuations in refrigerated containers, based not only on the technical equipment itself, but also on detailing the complete view of the chain, addressing more generalized issues of refrigerated transport and cold chain logistics.
Keywords: Reefer Container, Temperature Flow, Supply Chain, Cold Chain, Cold Storage.

1. Introdução

Até a introdução do container refrigerado integrado na década de 1970, o transporte marítimo com temperatura controlada ocorria predominantemente em navios refrigerados - navios dedicados com porões de cargas refrigerados nos quais os produtos são carregados a granel ou em paletes. A substituição gradual de navios refrigerados a granel por navios porta-containers convencionais que transportam containers refrigerados, abriu a possibilidade de transporte marítimo para uma maior variedade de cargas condicionadas em cadeias de frio (ARDUINO *et al.*, 2015).

O crescimento do transporte condicionado em todo o mundo levou a um grande aumento no tamanho da frota de refrigerados (VAN DUIN *et al.*, 2018). Esta frota passou de 294.000 TEU's em 1990 para 1.215.000 TEU's em 2005, significando um crescimento de 313% neste período, causado principalmente pela mudança de navios refrigerados tradicionais para navios porta-containers. E, em janeiro de 2012, este número atingiu o patamar de 2.1 milhões de TEU's.

Com base nesse contexto, este artigo considera de alta relevância o controle adequado nos processos de movimentações de containers refrigerados, a fim de evitar flutuações significativas de temperatura, bem como o controle da umidade, da composição dos gases e demais fatores que afetam significativamente a qualidade dos produtos frescos dentro dos containers refrigerados (IKEGAYA *et al.*, 2022).

Para tanto, avaliar o processo da cadeia de frios em portos – destacando etapas sensíveis de manuseio – e auxiliar profissionais portuários a ter visão generalizada do processo pode fortalecer as tomadas de decisões em situações adversas dentro da rotina de transporte de mercadorias sensíveis a oscilação de temperatura.

Este artigo está dividido da seguinte forma: A introdução como seção inicial, para demonstração da contextualização; seguido da metodologia, que apresentará a estrutura metodológica do artigo; em seguida será apresentada a revisão da literatura, em que a abordagem principal está na conceituação do container refrigerado e da cadeia de frios; na seção seguinte serão apresentadas as discussões, destacando os aspectos considerados importantes no artigo; e por fim, a conclusão para apresentar pontos finais de discussão.

2. Metodologia

Segundo Hegenberg (1976, p. 115), citado por Marconi e Lakatos (2008, p. 44) “Método é o caminho pelo qual se chega a um determinado resultado”. Para tanto, a metodologia aplicada neste artigo, foi a revisão da literatura, que buscou compreender, desde a história do container até a leitura detalhada da cadeia de frios.

O objetivo principal foi verificar, em cenários diversos na literatura existente do manuseio dos containers refrigerados, se alguma aplicação diferenciada ofereceria resultados relevantes, que poderiam ser utilizados por diferentes profissionais no mundo todo.

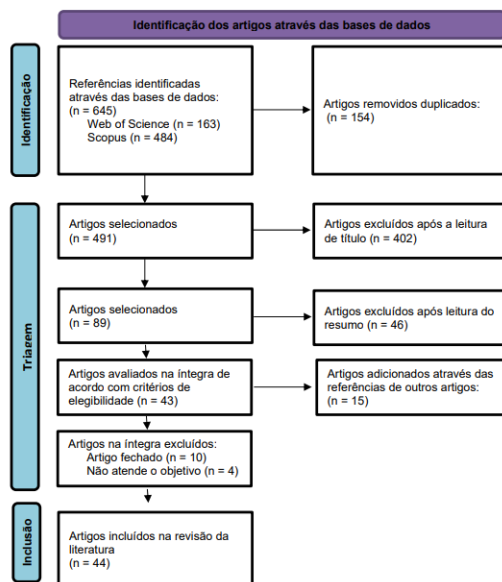
O método de revisão sistemática PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) foi adotado por este estudo de revisão da literatura a fim de responder as questões a seguir:

- a) Quais são as etapas sensíveis de manuseio do container refrigerado durante o trajeto?
- b) Existe solução tecnológica para melhorar a dinâmica da operação?

A primeira etapa desta revisão da literatura envolveu a busca de artigos nas bases Web of Science e Scopus. Os termos pesquisados foram: [(“reefer container” AND (; temperature flow*) OR supply chain* OR cold chain* OR cold storage)], em títulos.

A seleção de artigos utilizou como critério aqueles que estavam publicados na língua inglesa, abrangendo um período de publicação de 2008 até 2023. A partir disso, obteve-se um total de 645 artigos. Em seguida foi realizada uma avaliação qualitativa, que teve início na retirada de artigos duplicados entre as bases, excluindo 154 artigos.

Figura 1 – Fluxograma da Revisão Sistemática (PRISMA)



Fonte: Os autores (2023)

Em seguida, foi realizada a filtragem por meio da leitura dos títulos. Nesta etapa, foram eliminados 402 artigos, resultando em 89 artigos. Como terceira ação, foi realizada a leitura do resumo de cada artigo e excluiu-se os que não eram diretamente relacionados ao tema, ou que mencionavam superficialmente o assunto, restando 43 artigos para avaliação na íntegra.

Adicionou-se a estes artigos outros 15 considerados relevantes com base nas referências dos artigos lidos na íntegra. Foram excluídos 4 artigos na íntegra por não atenderem ao objetivo proposto, 10 artigos por estarem fechados e permitido acesso apenas por pagamento, restando 44 artigos aptos para esta revisão da literatura.

3. Revisão da Literatura

Nesta seção apresenta-se a revisão da literatura que inclui a história do container, container refrigerado, a cadeia de frios e o consumo de energia nos terminais.

3.1 História do Container

Em 1937, Malcom McLean – um empresário norte-americano que desempenhou um papel fundamental na história do transporte de carga e logística - assistiu a um carregamento de uma carga de algodão a bordo de um navio, no Porto de Nova York. Ele, então, percebeu que levava dias para que o processo fosse finalizado, pois os estivadores carregavam fardo por fardo. Esta operação consumia tempo, além de ser um trabalho árduo (CUDAHY, 2006). Portanto, McLean pensou em criar caixas de aço que facilitassem o transporte das mercadorias (DUARTE, 2023).

Em 1950, navios chamados de *break bulk* eram utilizados para transporte, e as mercadorias eram transportadas em sacos, caixas, barris ou até mesmo soltas, conforme Figura 2.

Figura 2 – Estivadores em uma doca de Nova Iorque carregando barris de xarope de milho para uma barcaça no Rio Hudson



Fonte: Fotografia de Lewis Hine (cerca de 1912)

Heins (2016) afirma que a globalização do container se deu em grande escala a partir de 1950, com o objetivo de que a carga viajasse da origem ao destino, e não simplesmente entre portos, de forma containerizada em múltiplos transportes de carga, agilizando a transferência entre os modais.

Em 1955, McLean adquiriu a “*Pan Atlantic Steamship Company*”, uma pequena empresa de vapores no Alabama, e então fez a fusão da Pan Atlantic com sua empresa de transportes rodoviários, com o propósito de oferecer uma cadeia intermodal de entrega ao cliente final.

Figura 3 – Malcolm McLean na amurada, Porto Newark



Fonte: Maersk Sealand (1957)

A marca Pan Atlantic foi abandonada em 1960, quando nasceu aquela que seria uma das mais importantes e bem-sucedidas empresas de navegação a integrar a Marinha Mercante americana, a SeaLand (CUDAHY, 2006).

3.2 Container Refrigerado

Segundo Drewry Maritime Research (2016), na última década o mercado de containers refrigerados foi o único segmento que mostrou um crescimento consistente ano a ano em um mercado de transporte de containers geralmente deprimido.

Getahun *et al.* (2017) afirmam que o container refrigerado é um dos segmentos-chaves da cadeia de frio de produtos frescos, que conta com a parte de pré-resfriamento, manuseios em centros de distribuição e locais refrigerados para exposição e venda do produto. Portanto, podemos caracterizar o container refrigerado pela necessidade de controle contínuo da temperatura das cargas (CASTELEIN *et al.*, 2020).

O efeito da temperatura durante o transporte em containers refrigerados novos apresenta alta estabilidade e desempenho, mas os equipamentos são de propriedade da empresa de navegação, e os proprietários não especificam qual container o cliente irá usar, sendo alguns deles muito antigos ou com desempenho ruim (IKEGAYA *et al.*, 2022).

Em relação a distribuição do fluxo de ar dos containers refrigerados, ele depende da operação do sistema de refrigeração e da forma de empilhamento do produto, bem como a sua embalagem (GETAHUN *et al.*, 2017).

Fioretti *et al.* (2016) reforçam o fato de que a carga total de calor durante o transporte ferroviário, rodoviário e marítimo que utilizam containers refrigerados, está sujeita a oscilação de temperatura, devido as mudanças nas condições climáticas externas. Adicionalmente, o controle de temperatura de um container refrigerado, depende de seu isolamento térmico, bem como, da taxa de respiração do produto e da circulação interna de ar (que pode variar com o design do container refrigerado), sendo que a embalagem do produto e seu arranjo de empilhamento, também podem afetar diretamente o resfriamento uniforme (GETAHUN *et al.*, 2017).

De acordo com W. Liu *et al.* (2022), os containers refrigerados são alimentados por sistemas *plug-in/plug-out*, e possuem três desvantagens, sendo elas:

- a) A conexão física do *plug-in* é demorada e trabalhosa, e quando os containers são movidos, pode ocorrer a conexão indesejada, causando danos ao equipamento;
- b) Conexões climáticas extremas tornam o sistema inadequado;
- c) São necessárias torres de energia para o estabelecimento dos sistemas de fornecimento *plug-in/plug-out*.

Segundo Yousefzadeh *et al.* (2020), a diminuição do vazamento de calor nos containers refrigerados pode ser alcançada com a diminuição das temperaturas ambientes circundantes, resultando assim, em uma redução significativa no consumo de eletricidade. Ou seja, manter os containers refrigerados em uma área mais fria do que a oferecida em condição ambiente, diminuirá o consumo elétrico do local.

Senguttuvan *et al.* (2020) afirma que a distribuição da temperatura ao redor da carga é essencial para que o container refrigerado seja capaz de manter a qualidade do item carregado. Por isto, a importância dos padrões de fluxo de ar nos containers, que segundo os supracitados, dependem totalmente do projeto da unidade de refrigeração, como por exemplo: localização das ranhuras de sucção; injeção da unidade de refrigeração; disposição da carga; e a velocidade de injeção de ar na unidade de refrigeração.

3.3 Cadeia de Frios

Os equipamentos, processos e gerenciamentos de informações usados para proteger os alimentos refrigerados e congelados são chamados de “cadeia de frios” (MONTANARI, 2018). A cadeia de frios é composta pelos seguintes processos: armazenamento, manuseio e transportes de perecíveis (FAN *et al.*, 2021). Mas o principal objetivo desta cadeia se baseia em manter o produto dentro de sua temperatura ideal, desde a origem até seu destino.

Castelein *et al.* (2020) mencionam que, para garantir uma cadeia de frios continua, os containers refrigerados devem ser carregados e descarregados idealmente de e para instalações de armazenamento de frios, localizadas diretamente no cais.

Figura 4 – Visão da Cadeia de Frios



Fonte: Castelein *et al.* (2019)

Ampliando a abertura de cada um dos pontos mencionados por Castelein et al. (2019), como parte principal da cadeia de frios, temos:

- Centro de Consolidação: o responsável por este centro é o exportador, onde pode utilizar um local próprio ou até mesmo um armazém de terceiros;
- Porto de Origem: é o terminal portuário de origem, que fará a preparação, movimentação e controle da temperatura do refrigerado, até o embarque no navio;
- Porto de Destino: é o terminal portuário de destino, que fará o recebimento, movimentação e controle da temperatura do refrigerado, até o desembarço final da carga;
- Centro de Distribuição: o responsável por este centro é o importador, em que poderá armazenar a carga em local próprio ou de terceiros.

A importância da eficiência nesta cadeia, se dá pelo fato de que as diferentes falhas de energia que ocorrem em containers refrigerados, se dão especialmente durante as fases de carga e descarga (FIORETTI *et al.*, 2016).

O “*Hot Stuffing*”, por exemplo, (carregar as mercadorias em container enquanto sua temperatura está acima da faixa desejada), pode levar a deterioração da qualidade do produto, pois os containers refrigerados não conseguem resfriar a carga tão rapidamente (DEFRAEYE *et al.*, 2016).

Portanto, os armadores que transportam containers refrigerados utilizam como indicadores de desempenho, os dados de estágio estacionário, dados de desligamento e dados de recuperação (LUKASSE *et al.*, 2019), que significam:

- Estacionário: Temperatura ideal interna;
- Desligamento: Prazo máximo para operacionalizar com o container desligado;
- Recuperação: Garantir a recuperação da temperatura ao estágio estacionário.

Estes dados podem ser obtidos através de sensores de temperatura, com o intuito de auxiliar na melhora do ajuste de temperatura quando necessário. De acordo com Chen e Shaw (2011), do ponto de vista técnico, o rastreamento de temperaturas em cadeias de frio, tem sido uma questão importante por muitos anos; e assim, algumas tecnologias estão disponíveis para coleta de dados de temperatura, por exemplo: a) Registradores de gráficos; b) Registradores de dados; c) Indicadores de Tempo-temperatura; d) Etiquetas que mudam de cor; e) Etiquetas RFID ativas com sensores de temperatura.

Um número crescente de aplicação da cadeia de frio com etiquetas de RFID foram testadas nos últimos anos, pois permitem a coleta de dados totalmente automática e em tempo real. Essas etiquetas possuem sensores de temperatura em seus microchips, que operam na faixa de -30°C a +85°C com acurácia de $\pm 1^\circ\text{C}$ (RFID BRASIL, 2019).

É de alta importância o controle da temperatura, o fluxo de ar e a umidade dentro dos containers refrigerados, a fim de minimizar a perda da qualidade do produto. (GETAHUN *et al.*, 2018). De acordo com Budiyanto *et al.* (2019), a quantidade de energia oscila nos terminais de containers refrigerados, dependendo dos seguintes fatores: a) Temperatura e umidade do ar ambiente; b) Localização do container refrigerado; c) A idade do container; d) O refrigerador usado; e) As tecnologias de refrigeração usadas.

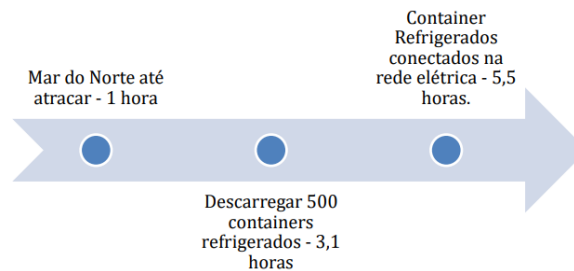
Já Castelein *et al.* (2019) afirma que a questão de aumento de eficiência energética, devem ser estratégias de sustentabilidade nos portos, incluindo a redução de 56 emissões e desperdício de produtos, bem como a agilidade de processos logísticos.

O controle de temperatura dos containers refrigerados é muitas vezes comprometido devido a fatores humanos (FILINA e FILIN, 2008). O *Plug-in* antecipado, a falha de conexão do container na rede elétrica, falta de pessoal, economia de dinheiro para não usar combustível

de alta qualidade na alimentação dos refrigerados, são exemplos citados por Van Duin *et al.* (2019) como fator relevante para controle de temperatura.

Os autores mencionam que os navios modernos porta-containers possuem uma tripulação de aproximadamente 13 pessoas apenas; e, a fim de estimular um rápido descarregamento do navio, os containers refrigerados são desconectados antes de entrar no porto. Van Duin *et al.* (2019) descrevem a operação de chegada do navio no Porto de Rotterdam da seguinte forma:

Figura 5 – Operação de chegada de navio no Porto de Rotterdam



Fonte: Elaborado pelos autores, conforme Van Duin *et al.* (2019)

Castelein *et al.* (2019) informam que as vezes em trânsito, a temperatura do container refrigerado desvia muito do ponto de ajuste especificado, e isto não se deve apenas ao fato de haver alguma falha no equipamento, mas que também pode ocorrer por conta de desligamento prolongado do container, sem considerar o fato do produto poder sofrer perda total.

Pei *et al.* (2021) explicam que picos na energia elétrica dos portos são ocasionados porque os containers refrigerados não são alimentados durante o tempo em que aguardam para ter acesso ao parque de containers e o compressor é acionado apenas quando o container chega ao parque, impactando severamente a estabilidade e segurança do sistema de energia do porto.

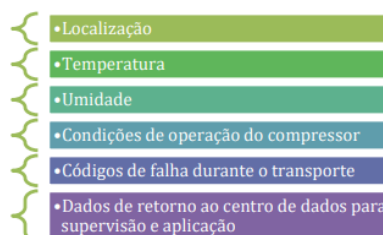
Entretanto, as operadoras estão investindo em inovação, desenvolvendo o “Reefer Inteligente”, através da adição de sensores e outros dispositivos IoT em seus containers refrigerados (CASTELEIN *et al.*, 2019).

Pei *et al.* (2021) mencionam os sistemas que fazem monitoramento remoto do estado de operação de cada container, podem reduzir significativamente o custo de mão de obra do monitoramento manual de containers refrigerados.

3.4 Dispositivos de Monitoramento

Para o transporte de mercadorias, os containers refrigerados precisam ser alimentados com energia, o que facilita a utilização de dispositivos de monitoramento, permitindo ao proprietário da carga a visualização do processo de transporte (Y. HAO *et al.*, 2018). O supracitado menciona que o dispositivo de monitoramento é instalado dentro do container refrigerado e usa baterias recarregáveis para coletar remotamente dados como (FIGURA 6):

Figura 6 – Operação de chegada de navio no Porto de Rotterdam



Fonte: Elaborado pelo autores, conforme Y.Hao *et al.* (2018)

Um dispositivo considerado essencial para manter a temperatura independentemente de o container estar ligado em energia ou não, é o *generator set*, ou *genset*, que é uma unidade conectada a um container congelado ou refrigerado. Também pode ser classificado como uma combinação de um motor a combustível (diesel, gasolina ou gás) e um gerador elétrico. Ele pode ser usado em ambos os transportes no exterior em navios porta-contêineres, e na estrada em caminhões de carga (BRZEMR, 2019).

Figura 7 – Genset com clipe preso a lateral do container



Fonte: BrzEmr (2019)

Já a Maersk, possui um sistema de monitoramento de cargas refrigeradas chamado de RMC (*Remote Container Management*), o qual permite ao cliente acompanhar em tempo real a condição da carga perecível. A plataforma de monitoramento tem a aparência de um aplicativo comum de *smartphone*, gera alto índice de eficiência e satisfação dos clientes da cadeia de frios (AGUIAR, 2023).

Figura 8 – Maersk digital solutions – Captain Peter



Fonte: Maersk (2023)

A Hapag Lloyd oferece o Hapag-Lloyd LIVE basic para produtos perecíveis e que necessitam de controle de temperatura como: farmacêuticos, laticínios, peixe congelado ou chocolate. Hapag-Lloyd LIVE Plus - esta opção de monitorização avançada se dedica principalmente para as mercadorias que necessitam de uma atmosfera controlada e para todos os produtos que requerem tratamento a frio. O pacote avançado oferece até mesmo controle de CO2 Set point e valor atual.

Figura 9 – Hapag Lloyd Live



Fonte: Hapag-lloyd.com (2023)

A Zim possui o ZIM Monitor com o objetivo de monitorizar cargas de todos os tipos e receber notificações imediatas se ocorrerem alterações. Os serviços também incluem time disponível para atendimento 24 horas por dia e sete dias na semana e sistemas de alerta de umidade, controle de temperatura, abertura de porta não autorizada e monitoramento por GPS.

Figura 10 – Zim Monitor



Fonte: Zim.com (2023)

4. Discussão

Jo *et al.* (2022) comentam que o monitoramento e gerenciamento dos containers refrigerados no porto e no transporte marítimo dependem principalmente das manutenções periódicas, e para isto sugerem um método de coleta de informações automáticas de temperatura dos containers, por meio de um dispositivo IoT em tempo real.

As respostas encontradas as questões da pesquisa, confirmam o acima citado:

- a) Quais seriam as etapas sensíveis de manuseio do container refrigerado durante o trajeto?

O *Hot Stuffing*; a falha de conexão do container na rede elétrica; a falta de pessoal; e a economia de dinheiro para não usar combustível de alta qualidade na alimentação dos refrigerados, são exemplos de sensibilidades a serem consideradas.

- b) Existe solução tecnológica para melhorar a dinâmica da operação?

Os dispositivos de monitoramento já são oferecidos por alguns armadores, chamados de “*reefer inteligente*”, permitindo o controle e ajuste de temperatura da carga à distância.

Pode-se, portanto, compreender que os dispositivos IoT em tempo real, acoplados a uma equipe sólida de *reefer service*, trarão a confiabilidade do resfriamento dos containers refrigerados durante seu trajeto da origem ao destino final.

5. Conclusões

O objetivo geral deste trabalho foi verificar em cenários diversos, na literatura existente do manuseio dos containers refrigerados, se alguma aplicação diferenciada ofereceria resultados relevantes, que poderiam ser utilizados por diferentes profissionais. Para tanto, foi atingido por meio da revisão da literatura que teve por base o método PRISMA e resposta às questões de pesquisa.

A maior parte dos autores menciona o tempo de conexão *plug-in* do container refrigerado como um dos pontos mais sensíveis a causar flutuação de temperatura no container.

Outro ponto relevante foi a falta de pessoal para realização do monitoramento necessário em tempo viável, o que poderia ser suprido com a utilização dos novos “*reefers inteligentes*” que estão entrando no mercado.

Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se a análise das manutenções dos *reefers* antes de serem liberados para utilização, e o percentual de carregamento *Hot Stuffing*, a fim de compreender se estes fatores podem causar sobrecarga no motor do container refrigerado.

Referências

AGUIAR. J. **Sistema da Maersk permite monitoramento à distância de cargas com produtos refrigerados**, 2023. Disponível em: <<https://clickpetroleoegas.com.br/sistema-da-maersk-permite-monitoramento-a-distancia-de-cargas-com-produtos-refrigerados/>> Acesso em: 08 set. 2023.

ARDUINO, G.; MURILLO, D. C.; PAROLA, F. Refrigerated container versus bulk: evidence from the banana cold chain. **Maritime Policy & Management**, 42:3, 228-245, 2015.

BUDIYANTO, M.A.; SUNARYO, F. SHINODA, T. Effect of azimuth angle on the energy consumption of refrigerated container. **Energy Procedia**, 156, pp. 201-206, 2019.

BRZEMR. **O que é um Genset?**, 2019. Disponível em: <<https://www.brzemr.com/2019/03/o-que-e-um-genset.html>> Acesso em: 29 ago. 2023.

CASTELEIN, B.; GEERLINGS, H; VAN DUIN, R. The reefer container market and academic research: a review study. In: **Journal of Cleaner Production**, Vol. 256, No. 120654, 2020.

CASTELEIN, B.; H. GEERLINGS; VAN DUIN, R. Cold Chain Strategies for Seaports: Towards a Worldwide Policy Classification and Analysis. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, vol. 20, no. 3, pp. 1-28, Aug. 2020.

CASTELEIN, B.; GEERLINGS, H.; VAN DUIN, R. Identifying dominant stakeholder perspectives on sustainability issues in reefer transportation. A Q-method study in the Port of Rotterdam. **Sustainability (Switzerland)**, 11 (12), art. no. 3425, 2019.

CHEN, K.; YI-CHENG SHAW. Applying back propagation network to cold chain temperature monitoring. **Adv. Eng. Informatics**, 2011.

CUDAHY, B. J. The Containership Revolution: Malcom McLean's 1956 Innovation Goes Global. **TR NEWS. Washington, DC, EUA**. No 246. Págs.5-9, Set-Out. 2006.

DEFRAEYE, T.; NICOLEI B.; KIRKMAN W.; MOORE S.; VAN NIEKERK, S.; VERBOVEN, P.; CRONJÉ P. Integral performance evaluation of the fresh-produce cold chain: a case study for ambient loading of citrus in refrigerated containers. **Postharvest Biol. Technol.**, 2016.

DREWY. **Maritime Research**, 2023. Disponível em <<https://www.drewry.co.uk/maritime-research>> Acesso em: 15 out. 2022.

DUARTE, R. A história do container. **Logística e Gestão**, 2023. Disponível em <<http://logisticaegestao.com/historia-do-container>> Acesso em: 1 mai. 2023.

FAN, YUN et al. Trading off cost, emission, and quality in cold chain design: A simulation approach. **Comput. Ind. Eng.**, 2021.

FIORETTI, R. et al. A refrigerated container envelope with a PCM (Phase Change Material) layer: Experimental and theoretical investigation in a representative town in Central Italy. **Energy Conversion and Management**, 2016.

FILINA-DAWIDOWICZ, L.; FILIN, S. An analysis of influence of lack of the electricity supply to reefer containers serviced at sea ports on storing conditions of cargoes contained in them. **Polish Maritime Research - POL MARIT RES.** 15. 96-102, 2008.

GENSET SOLUTIONS, 2023. Disponível em <<https://www.genset-solutions.com.br/>> Acesso em: 7 set. 2023.

GETAHUN, S.; AMBAW, A.; DELELE, M.; MEYER, C.J., OPARA, U.L. Analysis of airflow and heat transfer inside fruit packed refrigerated shipping container: Part I – Model development and validation. **Journal of Food Engineering**, 203, pp. 58-68, 2017.

GETAHUN, S.; AMBAW, A.; DELELE, M.; MEYER, C.J.; OPARA, U.L. Analysis of airflow and heat transfer inside fruit packed refrigerated shipping container: Part II – Evaluation of apple packaging design and vertical flow resistance. **Journal of Food Engineering**, 203, pp.83-94,2017.

GETAHUN, S.; AMBAW, A.; DELELE, M.; MEYER, C.; OPARA, U. Experimental and Numerical Investigation of Airflow Inside Refrigerated Shipping Containers. **Food and Bioprocess Technology**, 2018.

HAPAG – LLOYD. About Hapag-Lloyd LIVE – Reefer, 2023.

HAPAG-LLOYD. Disponível em <<https://www.hapag-lloyd.com/pt/services-information/cargo-fleet/container-monitoring/hapag-lloyd-live-reefer.html>> Acesso em: 8 set. 2023.

HEINS, M. The globalization of American infrastructure: The shipping container and freight transportation. **Routledge**, 2016.

HEGENBERG, L. Etapas da investigação científica. **São Paulo: EPU/EDUSP**, 1976.

IKEGAYA, A. et. al. Transportation via containers at ice temperature inhibits decay and maintains the quality of certain fresh produce. **CyTA - Journal of Food**. 20. 285-296, 2022.

JO, J.; YI, S.; LEE, E. Including the reefer chain into genuine beef cold chain architecture based on blockchain technology. **Journal of Cleaner Production**. 363. 132646, 2022.

LUKASSE, L.J.S.; STAAL, M.G.; WISSINK, E.B. An airflow enhancing floor cover to improve temperature uniformity in maritime refrigerated containers. **Refrigeration Science and Technology**, 2019.

MAERSK. **Captain Peter - your reefer visibility assistant**, 2023. Disponível em <<https://www.maersk.com/digital-solutions/captain-peter>> Acesso em: 7 set. 2023.

LAKATOS, E. M e MARCONI, M. A. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7ª Edição, São Paulo: Atlas. 2008.

MONTANARI, R. Cold chain tracking: a managerial perspective. **Trends in Food Science and Technology**, 19.:425-431, 2008.

PEI, R.; XIE, J.; ZHANG, H.; SUN, K.; WU, Z. Robust multi-layer energy management and control methodologies for reefer container park in port terminal. **Energies**, 2021.

RFID BRASIL. **Tecnologia RFID para monitoramento de temperatura**, 2023. Disponível em <<https://rfidbrasil.com/blog/rfid-para-monitoramento-de-temperatura>> Acesso em: 15 out. 2023.

SENGUTTUVAN, S. et al. Enhanced airflow in a refrigerated container by improving the refrigeration unit design. **International Journal of Refrigeration-revue Internationale Du Froid**, 120: 460-473, 2020.

VAN D. J. H. R.; HARRY, G.; ALEXANDER V. Cooling down: A simulation approach to reduce energy peaks of reefers at terminals. **Journal of Cleaner Production**, 2018.

VAN DUIN, J. H. R.; GEERLINGS, H.; TAVASSZY, L. A.; BANK, D. L. Factors causing peak energy consumption of reefers at container terminals. **Journal of Shipping and Trade**. 2019.

LIU, W. et al. A Multi-Load Capacitive Power Transfer System With Load-Independent Characteristic for Reefer Container Application. **in IEEE Transactions on Power Electronics**. Vol. 37, no. 5, pp. 6194-6205, May 2022.

HAO, Y.; TANG, P.; YANG, B. Selection strategy of battery life of reefer container IoT monitoring device. **International Symposium in Sensing and Instrumentation in IoT Era (ISSI)**, pp. 1-5, Shanghai, China, 2018.

YOUSEFZADEH, M.; LENZEN, M.; TYEDMERS, E. K.; HASSAN ALI, S.M. An integrated combined power and cooling strategy for small islands. **Journal of cleaner production**. 276: 122840, 2020.

ZIM. ZIMonitor. Disponível em <<https://www.zim.com/services/digital-services/zimonitor>> Acesso em: 8 set 2023.