

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS FELIPPE XIMENES

**CONSTRUÇÃO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS DE CONGELAMENTO
PRÉ-FABRICADO MISTO**

CAMPO MOURÃO

2023

LUCAS FELIPPE XIMENES

**CONSTRUÇÃO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS DE CONGELAMENTO
PRÉ-FABRICADO MISTO**

Construction of mixed prefabricated freezing chambers

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Dr. Douglas Fukunaga Surco.
Coorientadora: Dra. Thelma Pretel Brandão Vecchi.

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LUCAS FELIPPE XIMENES

**CONSTRUÇÃO DE CÂMARAS FRIGORÍFICAS DE CONGELAMENTO
PRÉ-FABRICADO MISTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22 de novembro de 2023

Douglas Fukunaga Surco
Doutor em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thelma Pretel Brandão Vecchi
Doutora em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Eliana Fernandes dos Santos
Doutora em Infraestrutura de Transportes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabiana Goia Rosa de Oliveira
Doutora em Ciências e Engenharia de Materiais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2023

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelos momentos de apoio e incentivo ao longo dessa jornada.

RESUMO

O armazenamento e conservação de diversas substâncias remonta desde a antiguidade, sendo que, com o passar dos anos, novas técnicas foram criadas e utilizadas. Após a criação do primeiro refrigerador doméstico elétrico, no início do século XX, deu-se espaço para a criação de grandes armazéns refrigerados, as câmaras frias, com grandes capacidades de armazenamento e intervalos de temperatura programáveis. O uso de técnicas para a conservação e armazenamento de produtos perecíveis torna-se cada dia mais necessário e com uma precisão e eficiência cada vez maior. A partir dessa necessidade, este trabalho tem como objetivo desenvolver um guia sobre o método construtivo pré-fabricado misto para câmaras frigoríficas de congelamento, visto que a bibliografia existente sobre o assunto é escassa e não existem normas brasileiras atualmente. Para elaboração do guia, foi utilizada a observação participante. Desta forma, há expectativa de que este trabalho auxilie e sirva como base à comunidade acadêmica e empresarial do ramo para a execução de câmaras frigoríficas, visando o desenvolvimento da engenharia civil no país e redução de manutenção.

Palavras-chave: câmara frigorífica; guia; pré-fabricados.

ABSTRACT

The storage and preservation of various substances dates to ancient times, and over the years new techniques have been created and used. After the creation of the first electric domestic refrigerator, in the early twentieth century, space was given for the creation of large refrigerated warehouses, the cold rooms, with large storage capacities and programmable temperature ranges. The use of techniques for the preservation and storage of perishable products becomes more necessary every day, and with increasing precision and efficiency. Having this need, this work aims to develop a demonstrative guide about the prefabricated mixed construction method for cold storage freezers, since the existing bibliography on the subject is scarce and there are currently no Brazilian standards. To prepare the guide, participant observation was used. Thus, there is the expectation that this work will help and serve as a basis for future elaboration of norms for the execution of cold rooms, aiming at the development of civil engineering in the country and the reduction of maintenance.

Keywords: freezing room; guide; model; prefabricated.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arranjo de componentes de uma câmara frigorífica tradicional.....	14
Figura 2 - ISO painel com revestimento em poliuretano.....	15
Figura 3 - Instalação de infraestrutura em painéis pré-fabricados	15
Figura 4 - Arranjo de componentes de uma câmara frigorífica mista.	16
Figura 5 - Instalação de painéis	26
Figura 6 - Instalação de isolamento térmico do piso	27
Figura 7 - Aplicação de impermeabilização	28
Figura 8 - Aplicação de barreira de vapor	29
Figura 9 - Execução de contrapiso	29
Figura 10 - Execução de acabamento	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo de guia executivo	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EPS	Poliestireno Expandido
NBR	Normas Brasileiras
PUR	Espuma de Poliuretano
PVC	Policloreto de vinila
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	JUSTIFICATIVA	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1	Definição e importância das câmaras frigoríficas	13
4.2	Constituição de uma câmara frigorífica	14
4.2.1	Modelos estruturais	14
4.2.2	Barreira de vapor.....	16
4.2.3	Isolamento térmico	17
<u>4.2.3.1</u>	<u>Poliestireno expandido (EPS)</u>	<u>18</u>
<u>4.2.3.2</u>	<u>Espuma de Poliuretano (PUR)</u>	<u>18</u>
4.2.4	Impermeabilização	18
4.2.5	Acabamentos	19
4.2.6	Sistema de refrigeração	19
4.3	Manuais existentes	20
5	METODOLOGIA	21
5.1	Classificação da pesquisa	21
5.2	Materiais e métodos	21
5.2.1	Análise da bibliografia existente	21
5.2.2	Análise da situação atual.....	22
5.2.3	Definição do método construtivo abordado	22
5.2.4	Esquematização de checklist	22
5.2.5	Elaboração do guia para execução das câmaras frigoríficas	22
6	RESULTADOS	24
6.1	Definição do método construtivo abordado	24
6.2	Elaboração do guia para execução das câmaras frigoríficas	24
7	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A - Questionário da reunião com cliente	35

1 INTRODUÇÃO

A prática de armazenar e conservar alimentos e substâncias, mantendo suas características, faz-se presente desde as civilizações mais antigas, com a utilização de locais frescos e arejados como cavernas ou uso de gelo e neve em locais com clima mais ameno.

Com o passar dos anos, novas técnicas foram sendo utilizadas, desde as “icebox”, feitas de madeira e revestidas internamente com chapas de zinco, ao primeiro refrigerador doméstico elétrico desenvolvido no início do século XX, o qual teve grande aumento de popularidade após a segunda guerra mundial, com novos gases refrigerantes e materiais que compunham um sistema mais eficientes (MATOS, 2016).

Assim, deu-se espaço para a criação de grandes armazéns refrigerados, as câmaras frias, com grandes capacidades de armazenamento e grandes intervalos de temperatura programáveis, tornando-se um item essencial ao ramo comercial e industrial (VILAIN, 2018). O emprego dessa tecnologia despontou uma grande variedade de materiais e métodos construtivos.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é realizar um guia para determinado método construtivo e os diferentes materiais empregados em sua confecção. O guia será elaborado a partir de pesquisa bibliográfica em manuais e guias de fabricantes de câmaras frias, buscando diferentes técnicas e estilos de construção.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um material orientativo sobre construção de para câmaras frigoríficas de forma a auxiliar seu processo executivo.

2.1 Objetivo geral

Elaborar um guia executivo para a construção de câmaras frigoríficas de congelamento pré-fabricado misto.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a bibliografia existente dos métodos construtivos atualmente empregados;
- Definir, entre os métodos construtivos existentes, qual será o objeto de estudo;
- Esquematizar um checklist que auxilie na escolha do método construtivo a ser empregado em cada situação;

3 JUSTIFICATIVA

Com a evolução da demanda para conservação e armazenamento de produtos perecíveis, faz-se necessário um correto desenvolvimento de técnicas que forneçam tal eficiência, porém o projeto de uma câmara fria limita-se a alguns pontos, como a definição das especificações do equipamento de refrigeração (potência, dimensões, gás a ser utilizado bem como o isolamento a ser empregado – poliestireno expandido (EPS) ou poliuretano (PUR). Todavia esses projetos são realizados por profissionais da área mecânica, os quais em sua grande maioria não possuem total conhecimento em métodos construtivos, como as particularidades de um sistema de impermeabilização ou as condições de serviço do acabamento interno durante o uso das instalações.

Desta forma, ao criar e disponibilizar esse material informativo orientativo, espera-se diminuir algumas das incertezas relacionadas a execução, evitando assim evitando o surgimento de patologias ou até mesmo uma intervenção em grande escala nas instalações.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo em vista uma melhor compreensão do cenário e as necessidades a serem observadas neste trabalho, se faz necessário uma contextualização que remeta a criação e evolução do objeto de estudo.

4.1 Definição e importância das câmaras frigoríficas

Segundo CHAGAS (2007), é considerada uma câmara frigorífica qualquer espaço destinado a armazenagem que possua um sistema de refrigeração, as quais podem ser divididas em categorias de acordo com sua finalidade: refrigeração ou congelamento. Assim, pode-se melhor descrever uma câmara frigorífica como sendo um ambiente direcionado ao armazenamento de produtos ou materiais perecíveis em grandes quantidades, diferentemente das condições encontradas em casas e pequenos comércios, com refrigeradores comerciais de baixo volume.

A contaminação por bactérias em alimentos pode causar a morte de indivíduos, as quais podem ser controladas a partir de um armazenamento e condicionamento dos alimentos em condições favoráveis com o rigoroso controle de temperatura e umidade encontrado em câmaras frias (ADESOKAN, 2020).

No setor alimentício, segundo Aiello (2021), pode-se citar o uso de câmaras frigoríficas para resfriamento de carnes, cujas temperaturas devem permanecer entre -4°C e 0°C . Além disso, a temperatura de armazenamento é fator determinante na qualidade das cervejas, e as vantagens do uso de câmaras para armazenar frutas, grãos e sementes compreendem: redução de atividade biológica, perda de água e ação de micro-organismos.

O armazenamento de medicamentos e amostras biológicas, devido a diversas características, deve ser mantido em ambientes com condições climatizadas controladas. Como exemplo recente, pode-se citar o transporte e armazenamento de vacinas contra Covid-19, que necessitam de ambientes com temperatura entre 4°C e 8°C (MORAIS, 2021).

Para garantir a eficiência do equipamento, é de extrema importância seu adequado dimensionamento a partir da escolha assertiva dos materiais a serem empregados e a adequada execução de suas estruturas isolantes, variáveis que dependem do produto a ser armazenado e sua finalidade.

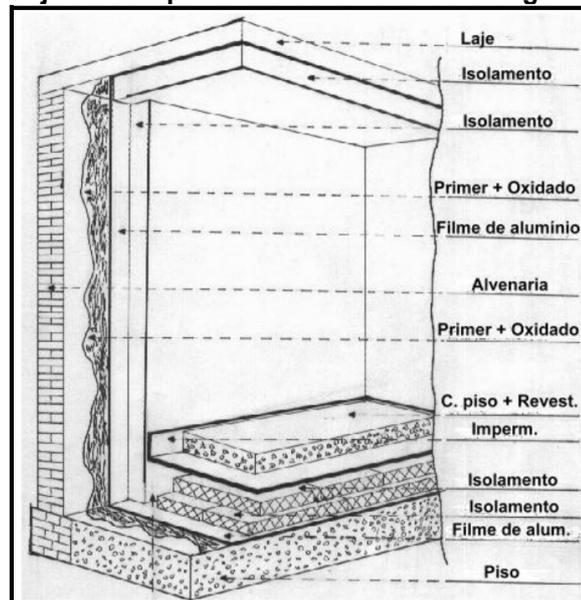
4.2 Constituição de uma câmara frigorífica

4.2.1 Modelos estruturais

Uma câmara fria é constituída por diferentes componentes que possibilitam o funcionamento adequado e sua máxima eficiência. Atualmente, pode-se encontrar três principais modelos, os quais apresentam diferentes métodos executivos: modelo tradicional, modelo pré-fabricado e modelo misto.

Segundo empresas especializadas (Tectérmica, 2020), o modelo tradicional possui método construtivo semelhante às edificações residenciais brasileiras: possui infra e supraestrutura em concreto armado, vedação em alvenaria, revestimento com chapisco e emboço e contrapiso. O que as difere das residências são o sistema de refrigeração e isolamento térmico, os quais também se encontram nos demais métodos construtivos. A Figura 1 mostra, em corte, o método construtivo e suas camadas.

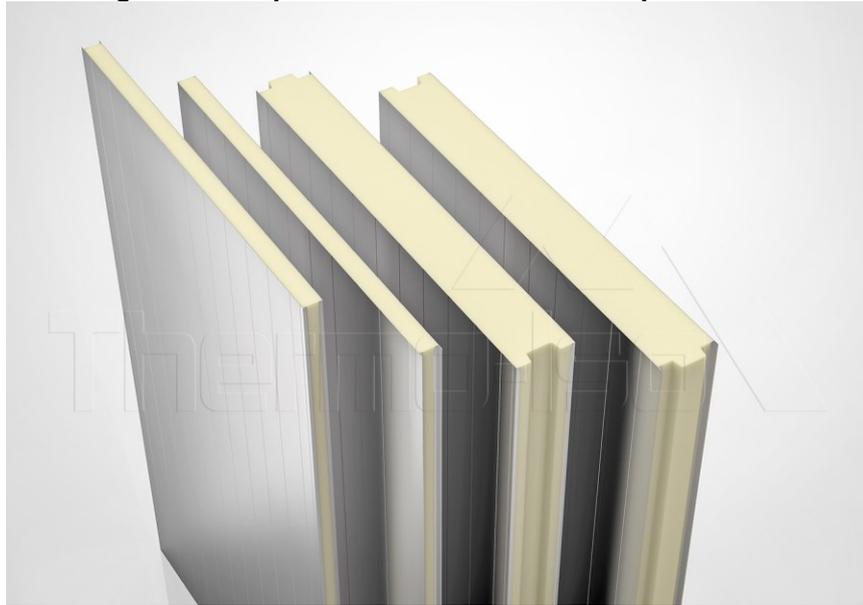
Figura 1 - Arranjo de componentes de uma câmara frigorífica tradicional



Fonte: Tectermica (2020)

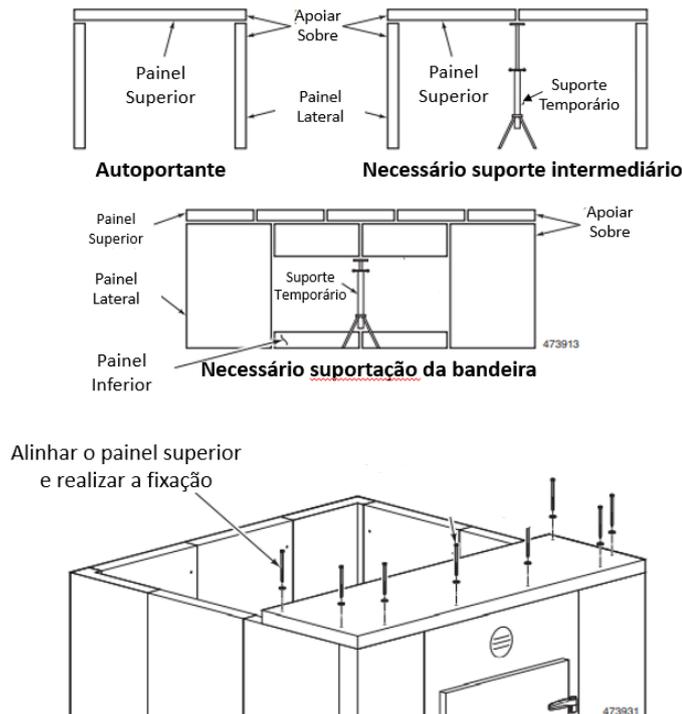
O modelo pré-fabricado possui as paredes, piso e teto estruturados com painéis pré-fabricados (ISO painéis), que possuem grande rigidez devido a sua estrutura de “sanduíche” (chapa de aço ou policloreto de vinil (PVC) + isolante térmico EPS ou PUR + chapa de aço ou PVC), tendo assim função de cortina de vapor, isolamento térmico e acabamento (CHAGAS, 2007). As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, os painéis isolantes e seu método de montagem.

Figura 2 - ISO painel com revestimento em poliuretano



Fonte: Catálogo de painéis Thermo-Iso – Painéis isotérmicos com preenchimento em PUR

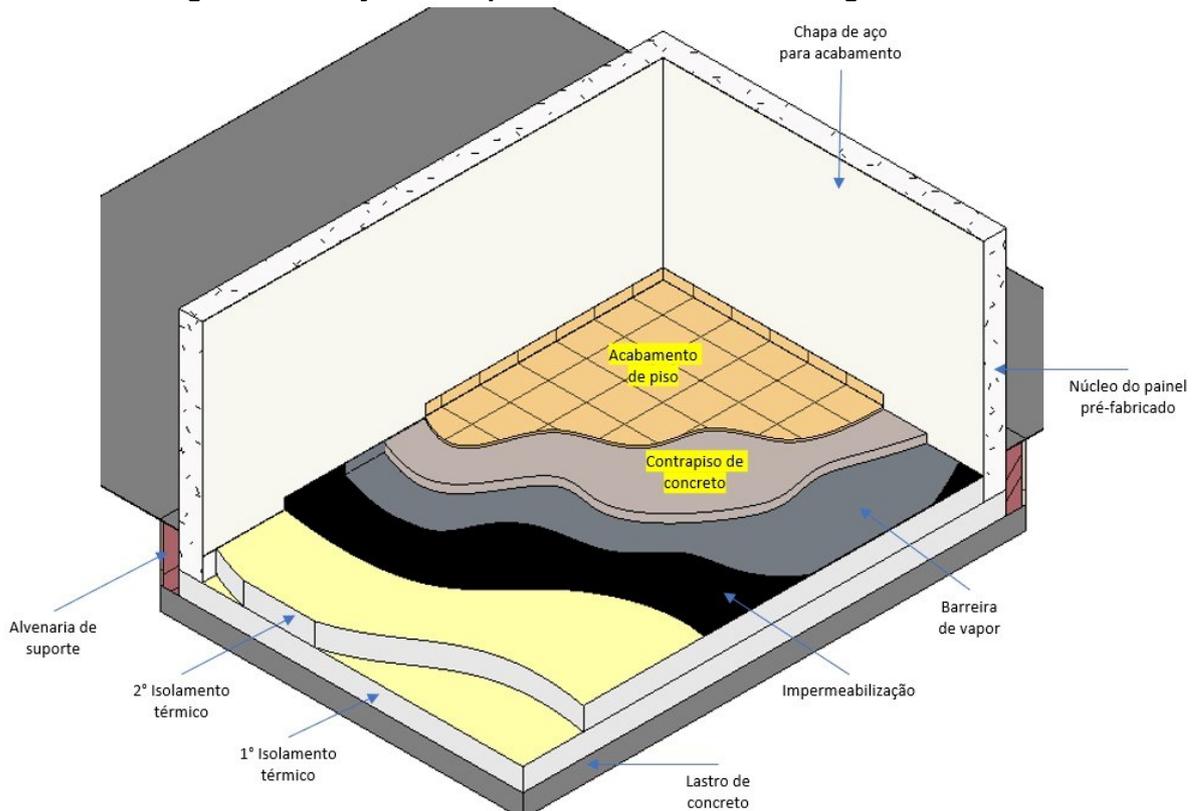
Figura 3 - Instalação de infraestrutura em painéis pré-fabricados



Fonte: Adaptado de: Guide of installation and maintenance - Walk-in cooler and freezers (2016)

Já o modelo misto, como o próprio nome sugere, mistura os dois métodos anteriormente citados: possui o piso executado de forma tradicional e as paredes e teto em isopainéis pré-fabricados, obtendo a praticidade construtiva de sua superestrutura e a resistência mecânica do piso tradicional. A Figura 4 exemplifica o método construtivo misto.

Figura 4 - Arranjo de componentes de uma câmara frigorífica mista.



Fonte: Autoria própria (2023)

4.2.2 Barreira de vapor

Segundo CHAGAS (2007), devido a diferença de temperatura e umidade entre a área externa e interna da câmara, ocorre uma grande movimentação de vapor no ambiente. Sendo assim, a barreira de vapor apresenta fundamental papel no sistema de isolamento, tendo como principal função impedir que moléculas de água transitem da parte interna para a externa e vice-versa.

Tendo como principal característica a baixa permeabilidade, a barreira deve ser instalada de forma a não apresentar frestas ao longo de sua aplicação. As emulsões betuminosas e resinas poliméricas são exemplos de barreiras de vapor, as quais são aplicadas por meio de rolo ou pincel, criando finas camadas na parte externa do material isolante escolhido.

Outros exemplos existentes são as folhas plásticas, filmes metálicos e as películas aplicadas na superfície de suporte (paredes, pisos e lajes). No entanto, por ser um material com dimensões limitadas pelo fabricante, faz-se necessário a aplicação de fita colante para realizar o fechamento das juntas entre uma película e outra.

Por fim, no caso de painéis isolantes pré-fabricados, as próprias chapas de aço ou PVC na qual são fabricadas já funcionam como barreira de vapor, sendo desnecessário aplicação de outro material para criação desta camada. É necessário, apenas, garantir a integridade e continuidade das placas para evitar falhas e perda de eficiência.

4.2.3 Isolamento térmico

Segundo Quites (2005 apud SABINO, 2015), isolamento térmico é uma técnica com o intuito de manter a temperatura interna ou externa de um local ou recipiente, ou seja, com a finalidade de reduzir as trocas térmicas indesejáveis, de forma que o espaço isolado mantenha sua parede externa com a temperatura próxima ao do ambiente, visando evitar problemas com condensação.

Devido à grande diversidade de materiais isolantes existentes no mercado, segundo CHAGAS (2007), existem algumas características que podem caracterizá-lo como um bom material:

- Custo do isolamento de acordo com o coeficiente de calor;
- Impermeabilidade;
- Baixo coeficiente de expansão térmico;
- Inodoro;
- Baixo índice de decomposição;
- Anti-roedores;
- Resistente ao fogo ou não o propagar;
- Baixa densidade, principalmente quando aplicado em piso e teto.

Atualmente, existem no mercado dois principais produtos utilizados para esta finalidade o poliestireno expandido e a espuma de poliuretano. O poliestireno expandido, é um material muito leve, possui baixa condutividade térmica e baixa absorção de água, além de sua alta resistência química, à compressão e a microorganismos, e não requer mão-de-obra qualificada. Já a espuma de poliuretano possui uma ótima elasticidade, facilidade de aplicação e considerável resistência à fadiga.

4.2.3.1 Poliestireno expandido (EPS)

Os mais de 50 anos de uso deste material caracteriza uma familiaridade muito grande à mão-de-obra, podendo ser encontrado em diferentes formas e diferentes aplicações. O EPS possui baixo custo e se faz bastante presente na construção civil devido a sua baixa densidade, baixa condutividade térmica e resistência à compressão elevada, sendo assim, é utilizado como preenchimento em diversas estruturas.

4.2.3.2 Espuma de Poliuretano (PUR)

Estando presente no mercado há aproximadamente 35 anos, este material não deixa a desejar em nenhum aspecto, sendo a melhor opção na maioria dos casos, porém apresenta um custo mais elevado e uma forma mais elaborada da fabricação, visto que é criado a partir da junção de dois componentes líquidos com catalisadores.

4.2.4 Impermeabilização

Como as câmaras frigoríficas são áreas com alto índice de lavagens e existência de condensação e congelamento da umidade do ar devido às condições climáticas do ambiente, faz-se necessária a aplicação de um sistema de impermeabilização, o qual se caracteriza, segundo a NBR 9575, como “um conjunto de técnicas e serviços destinados a conferir estanqueidade a construção” (ABNT, 2010), tendo diferentes classificações baseadas em sua composição.

Segundo a norma, existem três principais grupos de impermeabilizantes no mercado, os impermeabilizantes cimentícios, asfálticos e poliméricos. Os impermeabilizantes cimentícios são os mais utilizados, por serem preparados in loco pelo próprio responsável pela instalação, sendo uma argamassa aditivada composta por areia, cimento, água e aditivo impermeabilizante, aplicado sobre substrato existente (ABNT, 2010).

As impermeabilizações asfálticas possuem como maior característica a flexibilidade, sendo mais utilizadas quando expostas a condições climáticas mais severas e rigorosas. Ainda segunda a norma, alguns exemplos são: emulsão asfáltica, sendo um produto derivado do petróleo e incorporado em água e a manta asfáltica, sendo um produto industrializado a base de petróleo e comercializado em rolos, cuja aplicação é realizada com o uso de maçaricos e primers (ABNT, 2010).

Por fim, as impermeabilizações poliméricas são consideradas as mais tecnológicas e em sua maioria são produtos bicomponentes aplicados a frio, criando membranas contínuas ao longo de toda superfície aplicada.

4.2.5 Acabamentos

As câmaras frigoríficas possuem diversas opções de materiais que podem ser utilizadas como acabamento. Alguns exemplos são:

- Revestimento Cerâmico;
- Cimento Queimado;
- Tinta Epóxi.

Porém, apesar de haver inúmeros materiais que podem ser empregados, poucos têm um comportamento satisfatório para a finalidade, pois em sua grande parte apresentam baixa resistência mecânica, absorção de umidade ou inflamabilidade (TECTERMICA, 2020).

4.2.6 Sistema de refrigeração

O sistema de refrigeração é um sistema composto por itens básicos como compressor, condensador, elemento de expansão, evaporador e linha de sucção. Qualquer sistema de refrigeração, independentemente de sua dimensão ou potência, possui estes itens, os quais são denominados componentes fundamentais de um ciclo de refrigeração (SABINO, 2015).

4.3 Manuais existentes

A Tectérmica (2020), apresenta um roteiro de execução que determina a sequência dos procedimentos para a construção de câmaras frigoríficas. Embora seja curto e objetivo, explica de forma clara todos os processos a serem realizados. O roteiro, conforme mostra o Quadro 1, engloba todas as etapas necessárias para realizar a construção de uma câmara frigorífica, apresentando também estruturas não essenciais de acordo com sua finalidade.

Quadro 1 - Modelo de guia executivo

Item	Etapas construtivas
1	Estruturação de paredes
2	Estruturação do teto
3	Proteção contra umidade do solo
4	Isolamento térmico do piso
5	Impermeabilização do piso
6	Execução de barreira de vapor
7	Execução de contrapiso
8	Execução de acabamento desejado

Fonte: Autoria Própria (2023)

5 METODOLOGIA

5.1 Classificação da pesquisa

De acordo com Menezes e Silva (2001, p. 20), uma pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Assim, o presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo a criação de um guia para orientação em problema específico: a forma e disposição das estruturas de uma câmara frigorífica.

Pode-se dizer que esta pesquisa é também uma pesquisa exploratória, tendo em vista que ela foi composta através de pesquisas bibliográficas, entrevistas com pessoas de empresas do ramo e estudo de projetos executados, assim aprimorando ideias e desenvolvendo possibilidades para o tema. (GIL, 2002).

Sendo uma pesquisa bibliográfica desenvolvida com base em material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos, é possível classificá-la como tal, a partir de livros de leitura corrente (obras que objetivam proporcionar conhecimento científico ou técnico). Também pode ser classificada como um estudo de caso, pois, ainda segundo o mesmo autor, consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, sendo que, neste caso, o objeto de estudo é o processo de construção de câmaras frigoríficas.

5.2 Materiais e métodos

5.2.1 Análise da bibliografia existente

Para o presente trabalho, foi feita uma análise de alguns manuais construtivos já existentes, a partir de bibliografias relevantes na área de engenharia civil e engenharia mecânica, além de vídeos explicativos encontrados em endereços eletrônicos. Neste momento, foi feita uma pesquisa bibliográfica em conjunto com estudo de caso, buscando entender a fundo o objeto de estudo e quais os principais pontos a serem expostos. Para isso, a observação participante foi extremamente útil para detectar tais pontos, pois as necessidades são mais bem percebidas quando se está inserido no problema.

5.2.2 Análise da situação atual

O estudo de caso foi realizado na empresa estudada, que receberá um nome fictício neste trabalho, denominada a partir deste ponto como Empresa Alfa. A Empresa Alfa é uma multinacional de grande reconhecimento, está no mercado há mais de três décadas e possui milhões de clientes ao redor do mundo.

A análise da situação atual foi realizada na empresa estudada e junto das empresas terceirizadas que executam câmaras frigoríficas, utilizando as seguintes técnicas:

- Observação participante;
- Registros gráficos e escritos dos detalhes construtivos empregados na execução.

5.2.3 Definição do método construtivo abordado

Após análise dos diferentes métodos construtivos existentes e de registros gráficos e textuais obtidos a partir do estudo de caso, foi possível definir qual o método a ser abordado neste trabalho, tendo como base o nível de investimento necessário, o grau de dificuldade para implantação, necessidade de manutenção pós-obra e prazo de entrega.

5.2.4 Esquematização de checklist

O checklist (Apêndice A) foi feito com base em questionamentos que afetam a constituição e característica dos componentes necessários para uma câmara fria eficiente e com menor índice de patologias.

Como exemplo, nos casos em que haja um baixo fluxo de mercadoria ou armazenamento de carga, pode-se utilizar iso-painéis como piso, reduzindo custos e tornando a execução muito mais simples. Uma câmara que opere de 5°C a 14°C não é necessário a realização de isolamento térmico no piso, descartando assim a necessidade de intervenção no piso existente.

O checklist elaborado pode ser encontrado no apêndice A deste trabalho.

5.2.5 Elaboração do guia para execução das câmaras frigoríficas

Inicialmente, foi apresentada uma breve relação das “camadas” que devem estar presentes em uma câmara frigorífica, em ordem cronológica de execução.

O guia é um documento orientativo detalhado de como deve-se executar a construção de uma câmara frigorífica, de acordo com o método construtivo definido, incluindo tanto a sugestão de possíveis materiais empregados, quanto a forma que devem ser instalados. Para isso, foram utilizados os resultados obtidos nos itens 5.2.2 e 5.2.3, cujas etapas estão dispostas em ordem cronológica de execução.

6 RESULTADOS

6.1 Definição do método construtivo abordado

Após revisão da bibliografia existente e análise de dados disponíveis na empresa estudada, percebeu-se o alto valor financeiro demandado para construção de câmaras frigoríficas pelo método tradicional, em especial devido à alta recente dos preços de insumos de materiais.

Por ser uma informação confidencial e de uso exclusivo de determinados funcionários da empresa “Alfa”, as planilhas não puderam ser apresentadas neste trabalho.

Em contrapartida, após análise e acompanhamento de obras de revitalização de câmaras frigoríficas na empresa estudada, percebeu-se grande necessidade de manutenção em pisos cujo método empregado para construção foi o pré-moldado, devido ao alto tráfego de pessoas e maquinários. Este fato, aliado à menor resistência mecânica dos isopainéis em relação ao concreto magro, faz com que a necessidade de manutenção seja maior.

Por fim, no caso de adaptação de espaços já construídos em câmaras frigoríficas, é preciso analisar o grau de dificuldade de implantação para ambos os métodos. Caso um cômodo completo seja transformado em câmara, já possuindo paredes e forro em estrutura convencional, seria de maior facilidade adotar o método convencional; no caso de transformação de apenas parte de um cômodo, a adoção do método pré-moldado mostra-se mais simples, pois não há necessidade de implantação de fundação e é também um método com maior agilidade de construção.

Sendo assim, após análise dos pontos propostos, o método misto se mostra o de maior custo-benefício, pois une os pontos positivos dos métodos convencional e pré-moldado, sendo possível também eliminar os pontos negativos de ambos. Portanto, para este trabalho, o guia proposto será com base na construção de câmaras frigoríficas pelo método misto.

6.2 Elaboração do guia para execução das câmaras frigoríficas

Tendo as condições necessárias para utilização do sistema misto, inicia-se a construção da seguinte maneira:

- a) Demarcação do gabarito das paredes pré-fabricadas com a definição de fechamento de topo das paredes. Devido ao fato das peças serem pré-

fabricadas, para garantir o melhor aproveitamento de todas as peças, é necessário o correto posicionamento das mesmas.

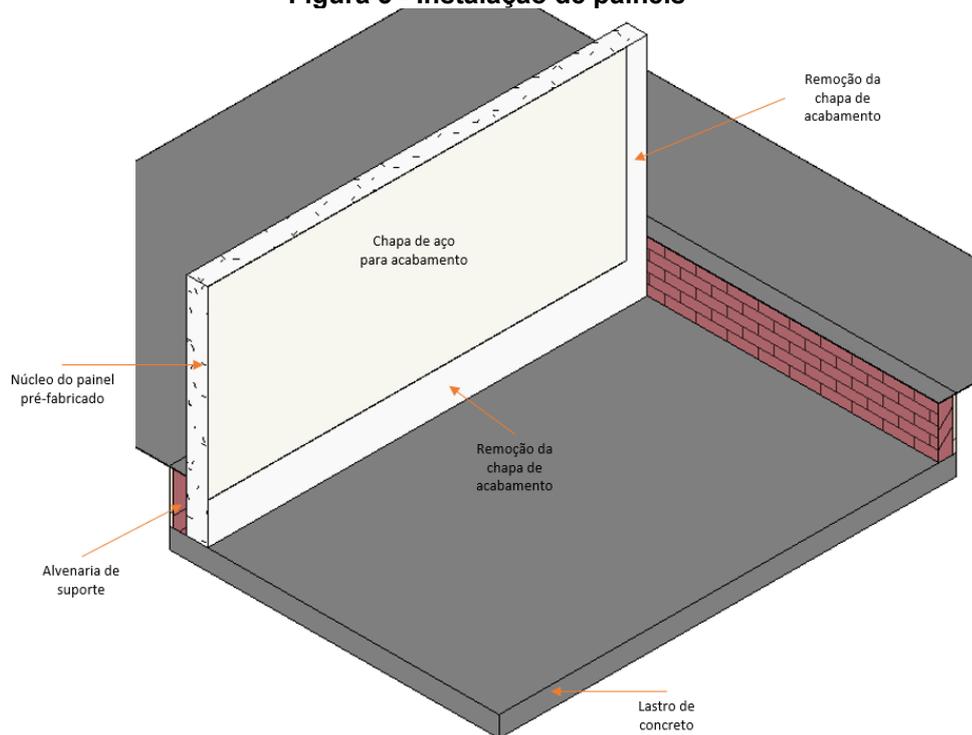
- b) Realizar a instalação das guias de alumínio no piso, utilizando bucha e parafuso com espaçamento máximo de 1 metro.
- c) Finalizada a fixação das guias, deverá ser realizada a remoção do acabamento dos painéis nos pontos de interseção das paredes e isolamento térmico do piso. Para criar um isolamento térmico homogêneo, é necessário a interligação dos painéis, de modo que não permita a fuga do frio através das chapas metálicas.
- d) Iniciar o posicionamento das placas por uma parede externa, e a fixação das placas ao perfil guia será realizado com o uso de rebites com espaçamento máximo de 30cm.
- e) Após a fixação da primeira placa, deve-se seguir com a instalação da placa perpendicular a ela, de forma a criar um “canto” para estruturação das paredes. A seguir, procede-se com a instalação da cantoneira de acabamento interno fixada com rebites alternados entre os dois painéis e com espaçamento de 20cm. É importante que, durante a fixação, ambos os painéis estejam em prumo, o uso de ferramentas adequadas é imprescindível.

A Figura 5 apresenta o procedimento de fixação das primeiras placas, assim como a remoção do acabamento nos painéis nas áreas de interseção (conforme passo c), para instalação da segunda parede.

- f) A instalação dos demais painéis seguirá a mesma esquemática apresentada anteriormente nos passos c), d) e e).
- g) Realizar a abertura para instalação da porta de acesso nos painéis necessários. Este passo é de extrema importância devido a grande complexidade de realizar aberturas com o painel já posicionado, correndo risco de danificação dos elementos.

Após concluída a estruturação da câmara com os painéis, inicia-se a execução do piso.

Figura 5 - Instalação de painéis



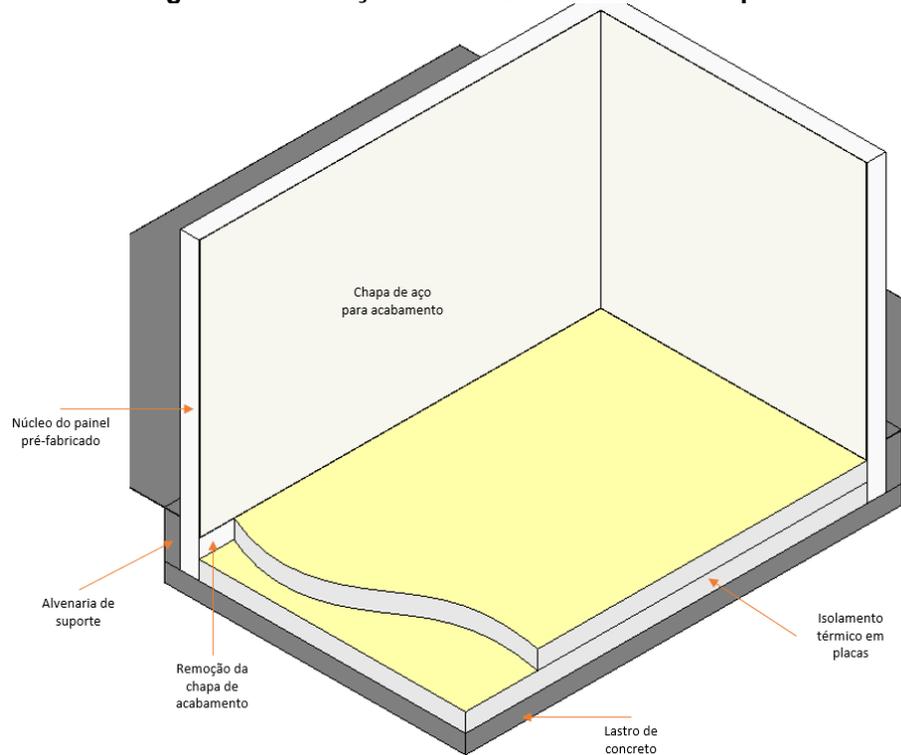
Fonte: Autoria própria (2023)

- h) Inicia-se a execução do piso com uma camada de lona para evitar possíveis danos ao piso existente.
- i) Coloca-se o isolamento térmico em placas de forma a cobrir todo o piso da câmara. O material das placas será definido com o contratante e, independente da escolha, a execução será a mesma. É importante ressaltar a necessidade de a camada ser contínua e sem frestas ou vãos que podem comprometer a eficiência do sistema. O número de camadas e sua espessura variam de acordo com a necessidade das instalações.

A Figura 6 mostra os painéis acabados e o início da execução do piso, com a camada de isolamento térmico.

- j) Em sequência, será realizada a camada de impermeabilização com início de aplicação de primer a base de asfalto. Deverá ser realizada a aplicação de primer asfáltico com o uso de rolo ou trincha de forma uniforme e respeitando o consumo indicado pelo fabricante. Deve-se atentar a aplicação de primer nas laterais do ambiente (paredes externas) com altura mínima de 10cm. A superfície estará pronta para aplicação da manta asfáltica após o tempo de cura do primer indicado pelo fabricante.

Figura 6 - Instalação de isolamento térmico do piso



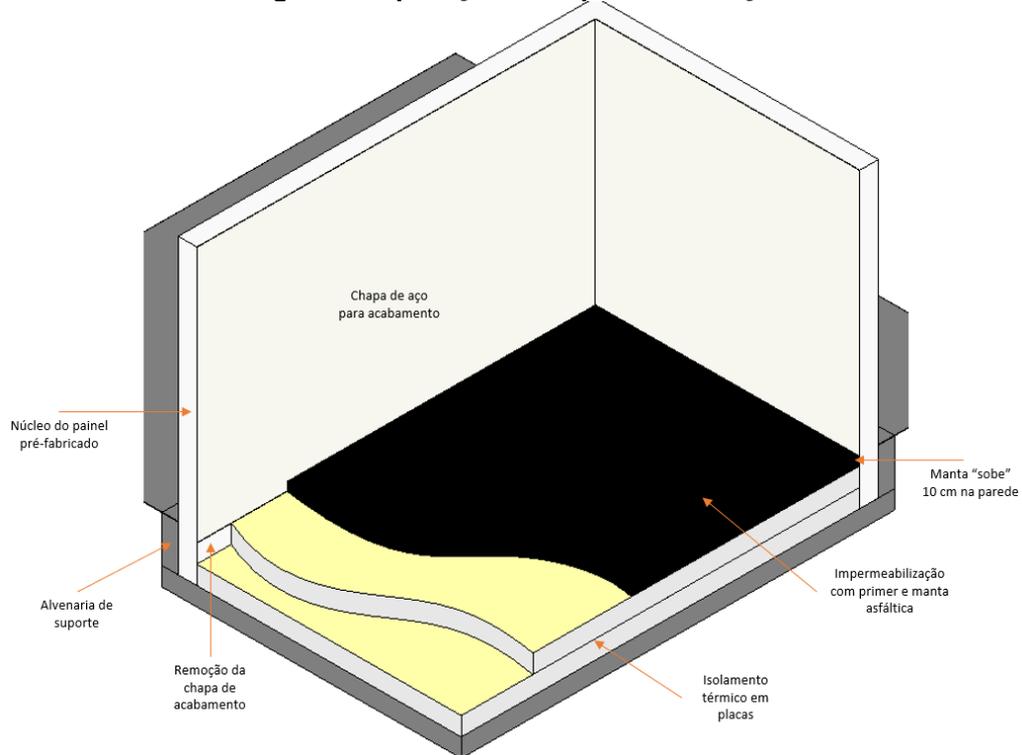
Fonte: Autoria própria (2023)

- k) Deverá ser realizada a aplicação da manta asfáltica com o uso de maçarico, respeitando o ponto de fusão indicado pelo fabricante. Deve-se realizar a aplicação da manta em trechos contínuos com a aplicação em 15cm das laterais do ambiente com intuito de reduzir o número de emendas. Para a junção das mantas, deve ser realizado o transpasse mínimo de 10cm e a soldagem deve ser realizada com o uso de espátula ou ferramenta semelhante. É necessária cautela ao utilizar o maçarico para que este não danifique a camada de isolamento térmico.

A Figura 7 ilustra a camada de impermeabilização (primer + manta) acima da camada de isolamento térmico.

- l) Após realizada a cura da manta de aproximadamente um dia, será necessária a realização do teste de estanqueidade do sistema, o qual deverá ser preenchido com água e o nível deverá ser observado ao longo de 24 horas. Caso não haja variação no volume de água, pode-se dar sequência ao processo.

Figura 7 - Aplicação de impermeabilização



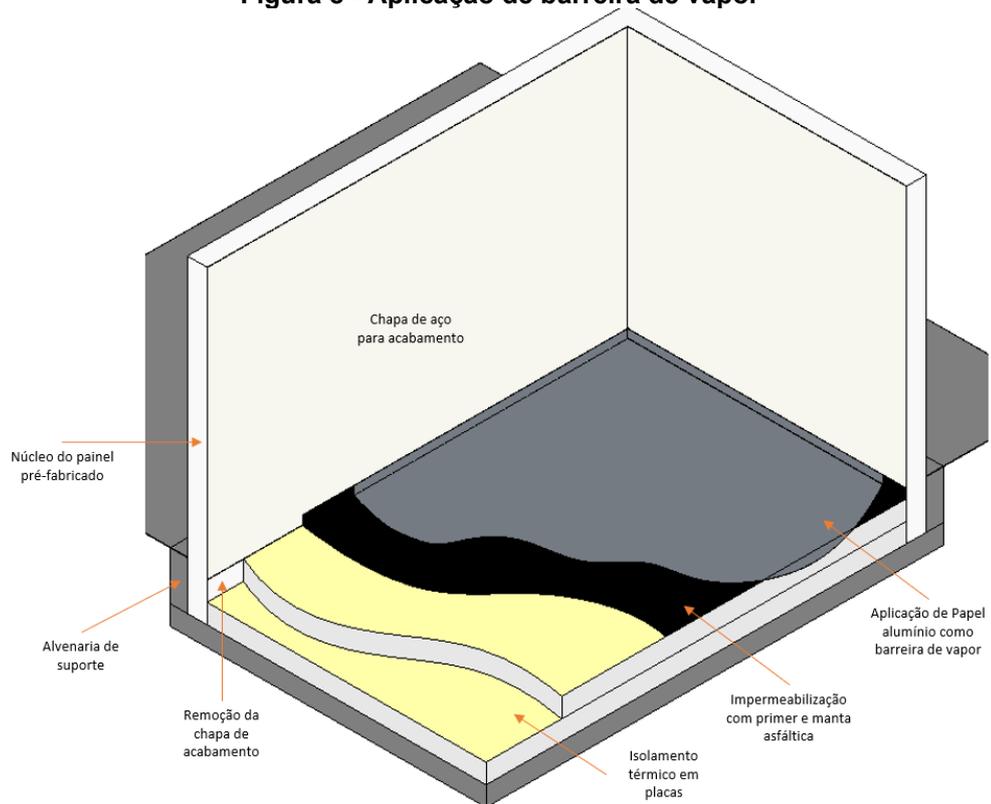
Fonte: Autoria própria (2023)

m) Para instalação da barreira de vapor, é comum que seja realizada com a aplicação de folhas de alumínio, as quais deverão ter suas juntas vedadas com uso de fita de alumínio, de forma a criar um pano uniforme e completamente vedado sobre a manta asfáltica. Outra opção é o uso da manta asfáltica aluminizada, permitindo realizar os procedimentos k) e m) simultaneamente.

A Figura 8 ilustra a aplicação da camada de barreira de vapor acima das camadas executadas anteriormente.

n) Realizadas as etapas anteriores, dá-se sequência com a realização do contrapiso, o qual deverá ser armado com malha de aço por toda sua extensão, devido às altas tensões que podem ser geradas pelo congelamento da água no piso. Realizado o posicionamento da malha com os espaçadores, respeitando o cobrimento da armadura, dá-se início a concretagem. É recomendado que a espessura do contrapiso seja superior a 10cm. Deve-se realizar o sarrafeamento do contrapiso visando a aplicação do revestimento desejado.

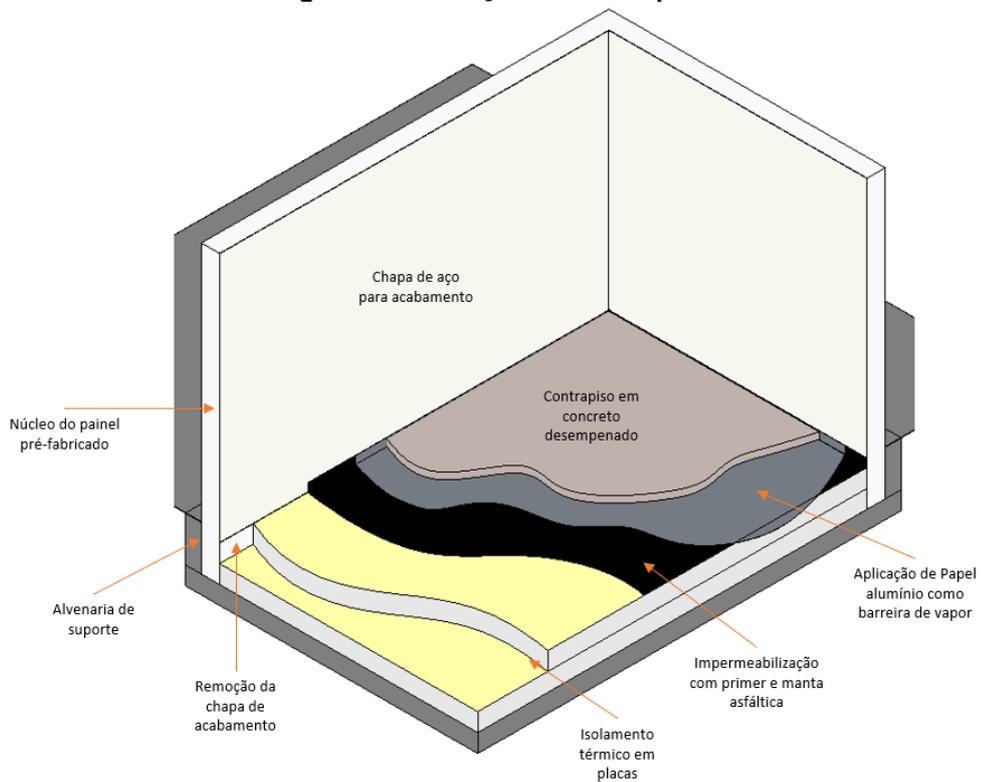
Figura 8 - Aplicação de barreira de vapor



Fonte: Autoria própria (2023)

A Figura 9 ilustra a camada de contrapiso em concreto armado.

Figura 9 - Execução de contrapiso

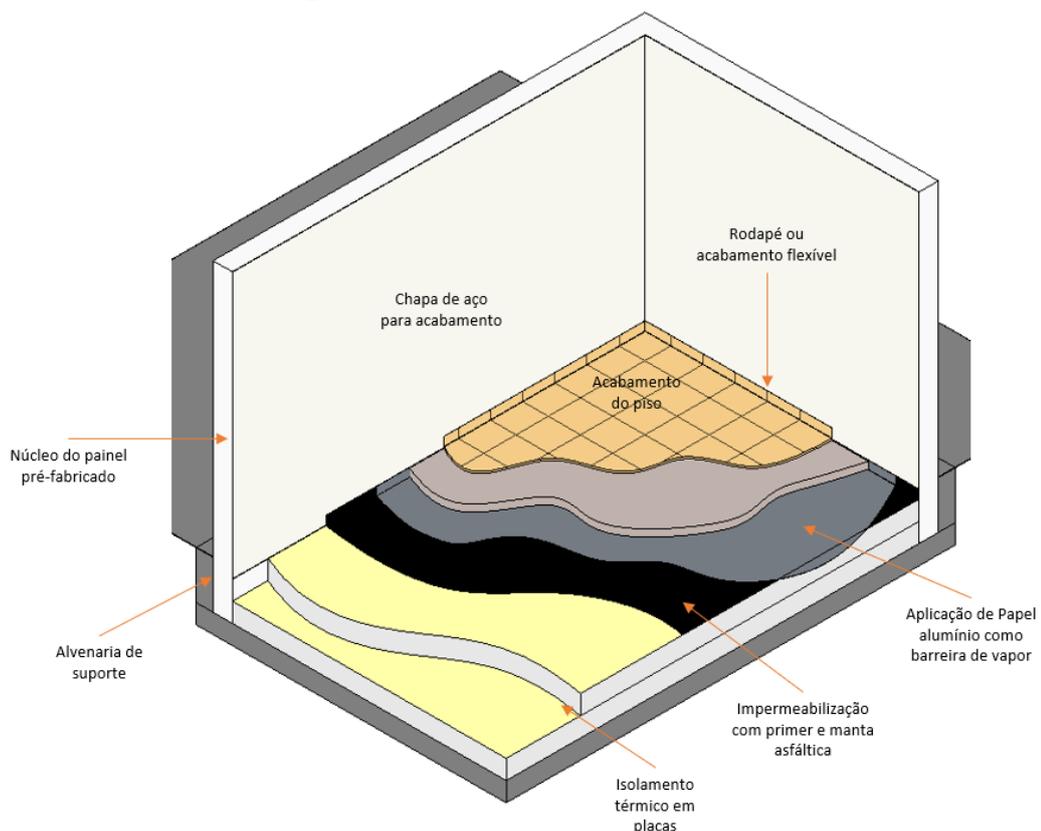


Fonte: Autoria própria (2023)

- o) Após o processo de cura do concreto, inicia-se a instalação do acabamento desejado, podendo ser cerâmica, porcelanato, cimento queimado ou pintura epóxi.
- p) As juntas do piso de concreto com as paredes de painéis deverão ser tratadas com a aplicação de delimitador de profundidade em poliuretano e mastique, ou o uso de um rodapé que permita o trabalho das paredes para com o piso.

A Figura 10 exemplifica os passos o e p, ilustrando o acabamento do piso e das juntas das paredes com o piso.

Figura 10 - Execução de acabamento



Fonte: Autoria própria (2023)

- q) Após finalizada a fixação das paredes com as guias e cantoneiras, deverá ser realizada a instalação do teto, o qual será fixado com o uso de cantoneiras unindo o teto as paredes da câmara.

Desta forma os passos apresentados anteriormente constituem a sequência construtiva de uma câmara frigorífica mista, fazendo uso de infraestrutura executada in-loco e painéis pré-fabricados. Este trabalho possui a limitação de apresentar um

roteiro que atenda somente o método misto de execução, visto que há a necessidade da execução conjunta de um técnico da área de refrigeração e um técnico da parte civil.

7 CONCLUSÃO

Devido a não existência de normas brasileiras ou um sistema de padronização das técnicas empregadas na construção de câmaras frigoríficas, cada construtor acaba definindo a maneira de trabalhar, materiais empregados e instalação, tornando possível que sejam cometidos erros de execução, os quais poderão causar graves problemas no futuro.

Apesar deste trabalho possuir uma delimitação de pesquisa, servindo apenas para métodos mistos de construção, o checklist elaborado pode auxiliar profissionais a definir qual o método a ser empregado em seu serviço, conforme necessidades e edificações já existentes.

Desta forma, espera-se que o guia elaborado neste trabalho possa auxiliar os profissionais na escolha dos materiais a serem empregados na execução, para que não haja decisões precipitadas a respeito destes e suas propriedades. Além da escolha, espera-se auxiliar também na instalação, para que a necessidade de manutenção futura seja mínima.

Há também expectativa de que este trabalho possa auxiliar e servir como base para elaboração de normas para execução de câmaras frigoríficas, visando o desenvolvimento da engenharia civil no país, bem como a redução de manutenção.

REFERÊNCIAS

- ADESOKAN, H. K.; FUNSO-ADU, K.; OKUNLADE, O. A. Foodborne pathogens on meat stored in major central cold rooms in Ibadan and their susceptibility to antimicrobial agents. **Folia Veterinaria**, v. 64, n. 2, p. 1-10, 2020.
- AIELLO, A. **Câmara fria: o que é e como funcionam câmaras frigoríficas**. 202. Disponível em: <https://www.tecnolatina.com.br/blog/camara-fria> – Acesso em: 13 abril 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: impermeabilização - Seleção e Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- CHAGAS, J. A. C. **Projeto e construção de câmaras frigoríficas**. Joinville, York Refrigeration, 2007.
- GIL, A. C.; *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- IMPERIAL BROWN. Guide of installation and maintenance - Walk-in cooler and freezers. Salisbury, USA. Set. 2016.
- MATOS, R. S.: **Apostila - Refrigeração**, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná. 2016. Disponível em: <http://servidor.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC153/Apostila/Apostila%20Refrigeracao%20E7%E3o.pdf>. Acesso em: 11 jun 2022.
- MORAIS, L. R. S.; *et al.* Desenvolvimento de um Sistema Refrigerador Monitorado para Vacinação e Amostras Biológicas. *In*: International Conference on Industry Applications (INDUSCON). 14. 2021. IEEE. São Paulo, Brasil. p. 338-343.
- SABINO, L. E. D. **Projeto básico de uma câmara fria construída em um container**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procopio, 2005.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação – 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p.
- TECTERMICA. **Catálogo Técnico**: Isolamento térmico tradicional para câmara fria e câmara frigorífica. São Paulo, 2020.
- TECTERMICA. **Catálogo Técnico**: Tutorial técnico sobre como fazer o isolamento térmico tradicional para câmara fria. São Paulo, 2020.
- Thermo-iso. Isolamento térmico e acústico. **Painéis Isotérmicos**. Fev. 2019. Disponível em: <https://www.thermo-iso.com.br/categoria-produto/paineis-isotermicos/>. Acesso em: 24/08/2023

VILAIN, R. **Projeto de câmaras frias de pequeno porte**. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Curso Técnico Integrado de Refrigeração e Climatização, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). São José, 2018.

APÊNDICE A - **Questionário da reunião com cliente**

QUESTIONÁRIO – ENTREVISTA COM CLIENTE

Cliente: _____ Data: _____

Endereço da obra: _____

Qual a finalidade da câmara fria?

 < 0° a 5 5° a 14°

Será uma instalação definitiva?

 Sim Não

Qual o fluxo de circulação e armazenamento previsto?

 Baixo Médio Alto

Deverá ser realizada em nível com o pavimento?

 Sim Não

Existe infraestrutura civil adequada? _____

Demais anotações: