

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIZA CRISTINA MARTINS SOARES CORADIN  
FLÁVIO JÚNIOR SANTIAGO SILVA

**PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UM REFRIGERADOR POR ABSORÇÃO  
AMÔNIA DE 5 TR PARA CLIMATIZAÇÃO DE AMBIENTES**

CURITIBA

2022

ELIZA CRISTINA MARTINS SOARES CORADIN  
FLÁVIO JÚNIOR SANTIAGO SILVA

**PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UM REFRIGERADOR POR ABSORÇÃO AMÔNIA  
DE 5 TR PARA CLIMATIZAÇÃO DE AMBIENTES**

Projeto apresentado ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis e Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dr. Christian Scapulatempo Strobel.

CURITIBA  
2022

## RESUMO

O conforto térmico é uma das formas pelas quais a humanidade busca melhorar sua qualidade de vida. Seja para conforto térmico residencial, comercial e industrial, desta forma contribuindo para a saúde e conseqüentemente para a produtividade diária. No entanto, o aumento desta climatização provoca um aumento significativo no consumo de eletricidade. Com base neste contexto, os refrigeradores por absorção apresentam várias características que os tornam uma boa alternativa, a principal delas é o fato de não utilizarem energia elétrica, mas sim qualquer fonte de energia térmica disponível. O objetivo deste trabalho é projetar um sistema de refrigeração para duas salas do NPDEAS/UFPR, como descrever o processo desta instalação, apresentar uma estimativa orçamentária para a instalação do sistema além do Plano de Manutenção, Operação e Controle - PMOC. Para o cálculo da carga térmica foi utilizado o sistema parametrizado do Dr. Martinelli, onde a sala 01 obteve uma carga térmica de 29.000 BTU e a sala 02 de 7.000 BTU. O refrigerador por absorção ROBUR-W "LB" foi escolhido para ser instalado por operar em ciclo de absorção de gás água-amônia que combina as vantagens da recuperação de calor dos sistemas geotérmicos com as vantagens dos aparelhos a gás. Para a instalação será necessário utilizar: fancoletes do tipo cassete, reservatórios, bombas. Com isso, é possível estimar o custo/benefício da instalação deste tipo de sistema.

Palavras-chave: Projeto de climatização, carga térmica, refrigeração por absorção.

## ABSTRACT

Thermal comfort is one of the ways in which humanity seeks to improve its quality of life. Whether for residential, commercial and industrial thermal comfort, thus contributing to health and consequently to daily productivity. However, the increase in this air conditioning causes a significant increase in electricity consumption. Based on this context, absorption refrigerators have several characteristics that make them a good alternative, the main one being the fact that they do not use electrical energy, but any source of thermal energy available. The objective of this work is to design a refrigeration system for two rooms at NPDEAS / UFPR, how to describe the installation process, present a budget estimate for the installation of the system in addition to the Maintenance, Operation and Control Plan - PMOC. To calculate the thermal load, Dr. Martinelli's parameterized system was used, where room 01 obtained a thermal load of 29,000 BTU and room 02 of 7,000 BTU. The ROBUR-W "LB" absorption cooler was chosen to be installed because it operates in a water-ammonia gas absorption cycle that combines the heat recovery advantages of geothermal systems with the advantages of gas appliances. necessary to use: cassette-type fan coils, reservoirs, pumps. With this, it is possible to estimate the cost / benefit of installing this type of system.

Keywords: Installation Project, Thermal Load, Absorption Cooling.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Carga térmica do espaço 1.....	9
FIGURA 2 – Carga térmica do espaço 2.....	9
FIGURA 3. Refrigerador por absorção.....	10
FIGURA 4. Fancolete do tipo cassete.....	10
FIGURA 5. Projeto de instalação do sistema .....	12

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Plano de manutenção preventiva .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TABELA 2 - Lista de orçamentos.....	10

# CONTEÚDO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1. Objetivos.....	8
1.2. Objetivo Geral.....	8
1.3. Objetivo Específico .....	8
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
2.1. Calculo de Carga Térmica .....	9
2.2. Equipamentos.....	10
2.3. Lista de Orçamentos.....	12
2.4. Plano de Manutenção .....	<b>Error! Bookmark not defined.4</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.5</b>
4.1. Custo de Instalação e Operação do Sistema .....	<b>Error! Bookmark not defined.6</b>
4.2. Custo da Energia Elétrica.....	<b>Error! Bookmark not defined.7</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>188</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>199</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na história da humanidade, o clima é um importante fator a ser considerado, pois desde o início o ser humano buscava formas para se proteger do frio e do calor, buscando o conforto térmico e o bem-estar. Com isso é sabido que a necessidade de ambientes climatizados se tornou imprescindível para o funcionamento de diversos segmentos de atuação como hospitais, supermercados, farmácias, entre tantos outros. O uso de sistemas de climatização contribui para saúde, produtividade e garantia dos processos realizados em determinados ambientes, sendo indispensável no dia a dia da sociedade.

Na pandemia do novo Coronavírus (Covid-19) a refrigeração é de total importância para o armazenamento das vacinas. Segundo o Ministério da Saúde (2021) no qual segue o plano de conservação da vacina, onde cada tipo de vacina que está liberada ou em testes para a pandemia do covid-19 necessita de um tipo de refrigeração para manter-se intacta e ideal para a imunização da população. Essa é uma característica essencial para manter a saúde e a garantia de sucesso da prevenção “imunobiológica”. Vacinas como a Corona Vac do Instituto Butantan em parceria com a Farmacêutica Chinesa Sinovac precisam ser acondicionadas em temperaturas +2 °C a +8 °C.

A refrigeração é definida como a arte ou a ciência relacionada a transferência contínua de energia térmica com o objetivo de resfriar sistemas para temperaturas inferiores àquelas disponíveis em um determinado local e instante (GOSNEY, 1982). Da forma na qual é conhecida atualmente, a refrigeração é quase que totalmente produzida através de meios artificiais, destacando-se a refrigeração por compressão mecânica de vapor, a refrigeração por absorção, refrigeração a ar, a refrigeração termoelétrica e a refrigeração termomagnética (HERMES, 2006; MARTINHO, 2013).

Sistemas de refrigeração por absorção apresentam-se como alternativa para sistemas de compressão a vapor sendo que possuem como vantagem a utilização de energia térmica, substituindo uma parte da energia elétrica. Essa energia térmica pode ser obtida de qualquer fonte de calor, como por exemplo, calor residual de processos fabris, energia solar e queima de combustíveis (SBRAVATI e SILVA, 2006). Para o desenvolvimento deste trabalho utiliza-se um sistema de absorção água-amônia de fabricação da empresa italiana ROBUR. O equipamento utilizado é o modelo GAHP-W, que funciona simultaneamente para o resfriamento da água a – 5 °C como para o

aquecimento de água a 60 °C , tendo uma capacidade nominal de refrigeração de 17,5 kW e uma capacidade nominal de aquecimento de 35 kW (PEREIRA, 2006).

### **1.1. OBJETIVO**

- Realizar dimensionamento dos ambientes que serão climatizados no NPDEAS como definir os equipamentos ideais para instalação;
- Descrever o processo de instalação e o Plano de Manutenção, Operação e Controle para o refrigerador de absorção de amônia;
- Planejamento orçamentário para instalação e operação do sistema de refrigeração por absorção nos ambientes definidos;

## 2. Metodologia

### 2.1 Calculo de Carga Térmica

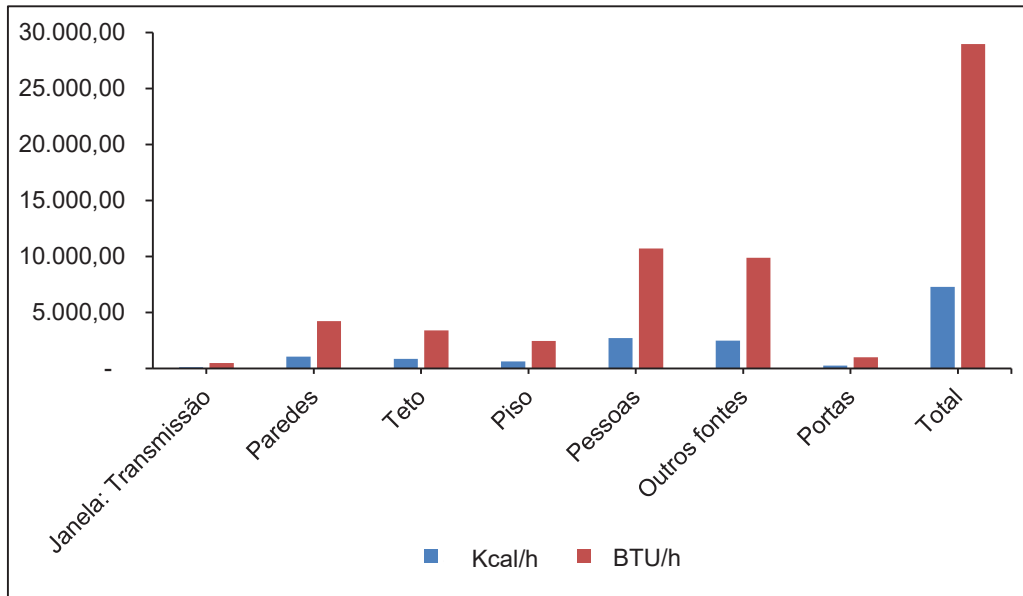
Os Edifícios são construídos de forma a proporcionar um ambiente interno seguro e confortável, independentemente das condições externas, um projeto pode ser considerado satisfatório se propiciar a manutenção condições internas favoráveis e econômicas e essas características influenciam diretamente na capacidade do equipamento e na energia necessária para sua operação, entretanto, as condições externas de temperatura e umidade podem variar ultrapassando a capacidade de adaptação do corpo, exigindo assim um controle das condições internas de modo a proporcionar um ambiente sadio e confortável. A carga térmica é a denominação de conjunto de efeitos quando atuando no ar de um determinado recinto, elevam sua temperatura e umidade no caso de verão, ou as reduzem no caso de inverno CRUZ (2004).

O sistema de refrigeração por absorção de 5 Toneladas de Refrigeração - TR (60.000 BTUs) será instalado em 02 salas, sendo uma sala de aula/informática e a outra de sala de reunião, onde se tem a maior concentração/circulação de pessoas, ou seja, a carga térmica maior nestes ambientes do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Autossustentável – NPDEAS da Universidade Federal do Paraná – Curitiba/PR. O NPDEAS constitui um prédio de alvenaria convencional com um térreo e um andar. No térreo existem 5 salas, área da usina de biogás, e área externa (pátio), e no primeiro andar existem 7 salas, onde divide-se em sala de aula/informática, 2 salas da pós graduação, sala de reunião, coordenação, secretaria, coworking, laboratório de impressão 3D e espaço copa, somando no total de 300 m<sup>2</sup>.

Para o dimensionamento da carga térmica das salas foi utilizado o sistema parametrizado desenvolvido pelo Professor Dr.º Martinelli, baseado em parâmetros que influenciam no conforto térmico do ambiente e referente ao fator geográfico da cidade, no caso Curitiba, tais como: janelas de insolação, janelas de transmissão, paredes externas e internas, espaços externos e internos ao entorno do prédio, portas ou vãos para áreas não climatizadas, teto, piso, número de pessoas que frequentam o prédio, e fontes de calor emitidas através de aparelhos. Estes parâmetros serão inseridos no sistema de acordo com o fator indicado, a partir de então, todos os valores são

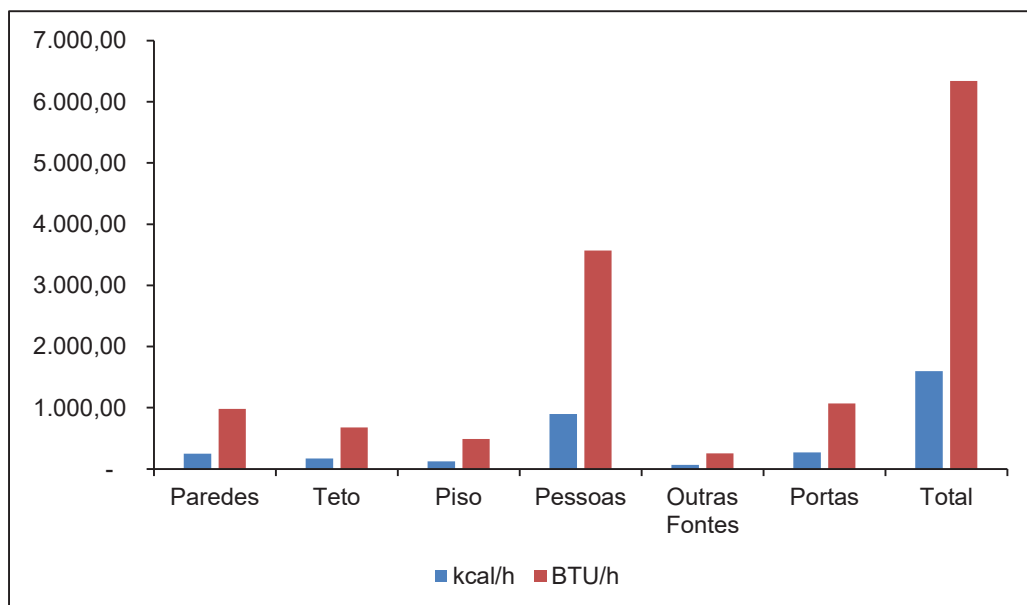
somados e multiplicados pelo fator geográfico, e assim é obtida a carga térmica do ambiente. A seguir, as figuras dos gráficos da carga térmica dos ambientes:

FIGURA 1: Carga térmica em BTU/h e Kcal/h do espaço 1.



Fonte: Autores (2022)

FIGURA 2: Carga térmica em BTU/h e Kcal/h do espaço 2.



Fonte: Autores (2022)

## 2.2 Equipamentos

Como citado anteriormente o sistema de ar selecionado para ser instalado no NPDEAS é o refrigerador por absorção de amônia – ROBUR-W “LB” de fabricação italiana, projetado especificamente para recuperar o calor de fonte externa como também usar energia de aquecimento e resfriamento simultaneamente, ademais de ser uma das suas principais características o consumo limitado de energia elétrica. Foram selecionadas também duas unidades de fancolete tipo cassete hidrônico, uma de 32.000 BTU para a sala 01 - informática, e outra de 12.0000 BTU para a sala de reunião. As vantagens e benefícios em utilizar esse tipo de fancolete é devido terem a bobina do ventilador de água refrigerada, ou seja, são projetadas e fabricadas com tecnologia avançada. O design é super fino, tem economia de espaço e fácil instalação. Com o seu design de grande volume de fluxo de ar, as fancoletes conseguem aumentar a frequência de ventilação do local e equilibrar a distribuição da temperatura da sala. Como também estas unidades de água gelada cassette têm uma entrada de ar fresco que permite melhoria na qualidade do ar interna.

FIGURA 3: Refrigerador Robur- W “LB”



FIGURA 4: Fancolete do tipo cassete



Fonte: Manual de fabricante (2022)

Além do refrigerador e dos fancoletes outro equipamento de suma importância são as máquinas hidráulicas e/ou bombas. Elas são classificadas em três grupos, as máquinas motrizes, as geratrizes ou operatrizes e as máquinas mistas. As matrizes possuem a função de converter a energia hidráulica em trabalho mecânico (turbinas, rodas hidráulicas). As operatrizes recebem trabalho mecânico e transformam em energia hidráulica, imprimindo ao fluido um acréscimo de energia potencial de pressão e cinética. As bombas são importantes máquinas de fluxo no ramo da refrigeração. A circulação de água em sistemas de água gelada e nos chamados *chillers* é usualmente realizada por bombas centrífugas. Além disso, em sistemas de refrigeração por absorção, bombas são utilizadas para promover o deslocamento da solução líquida de refrigerante-absorvedor (PANNO, 2020). Para compor a instalação deste sistema de refrigeração foram escolhidas 3 bombas centrífugas, sendo uma de 3 Hp e duas de 1 hp. Assim como as bombas, outro item importante é o reservatório de água gelada, pois é onde ocorre a transferência de calor, ou seja, a água ambiente passa a ter temperatura inferior à do ambiente. E para manter essa temperatura constante, o reservatório terá isolamento térmico podendo ser por espuma spray ou isopor injetável. Para controle e operação do sistema de refrigeração será utilizado termômetro, manômetro e válvulas de segurança, de controle manual de vazão, como medidores de gás.

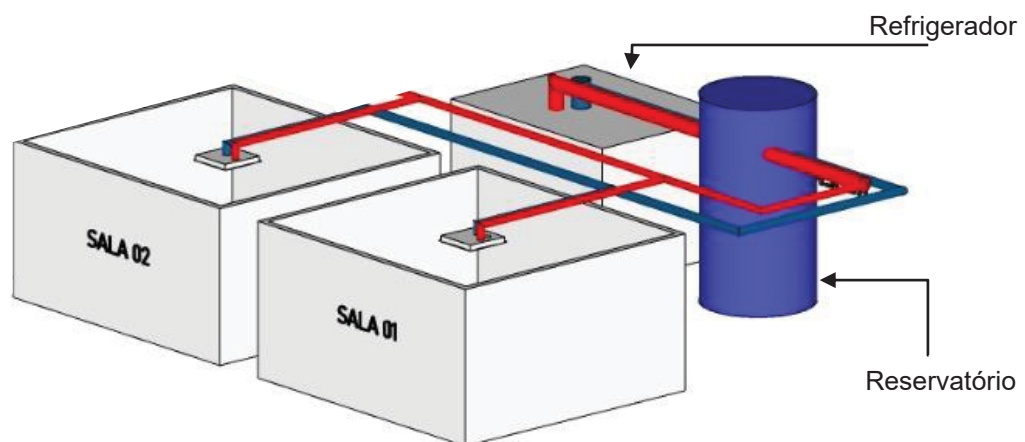
### 2.3 PROCESSO DE INSTALAÇÃO

O sistema de refrigeração por absorção de 5 TR, com medidas Altura x Comprimento x Profundidade (1,28 m x 84,2 cm x 70 cm) será instalado na sala de máquinas, sendo área externa semi coberta do pátio do NPDEAS- UFPR, levando em consideração as medidas de distanciamento para instalação, com espaçamento de 45 cm dos lados direito e esquerdo, frente e trás com distância de 80 cm para melhor funcionamento do equipamento. Ao lado da sala de máquinas, ficará instalado o reservatório de água gelada, onde utilizará uma caixa d'água de 500 litros dentro de outra caixa d'água de 1000 litros, e como isolante térmico para preencher o espaço vazio entre os reservatórios, e assim poderá ser utilizado espuma injetável por spray ou até mesmo isopor para manter a qualidade térmica do fluido. O reservatório de 500 litros irá armazenar 75% de água e pode ser usado também 25% de etilenoglicol para

que assim a temperatura do fluido possa ter valores negativos para melhor climatização nas salas. E para transporte do fluido refrigerante pode-se ser usado mangueiras de polietileno PT 250 PSI com diâmetro de 1" de acordo sugerido pelo manual do fabricante, junto com 2 bombas centrífuga de 1 hp, manômetro, termômetro, válvula de segurança e válvula manual de controle de vazão, com objetivo de controlar o fluido refrigerante.

Para o armazenamento da água quente/ambiente será utilizado uma caixa d'água de 10.000 litros já existente no NPDEAS que recebe água da chuva, para assim fazer a dissipação da água para os componentes (condensador, absorvedor e retificador) do ROBUR, onde o fluído quente passará por uma mangueira de polietileno com diâmetro de 1" e PT 300 PSI, junto com bomba centrífuga de 1 hp, manômetro, termômetro, válvula de segurança e válvula manual de controle de vazão. Após o processo de transferência de calor no refrigerador, o fluido refrigerante sairá do reservatório de água gelada por meio de uma bomba centrífuga de 3 HP, usando tubos de PVC com diâmetro de 1. ¼ onde a tubulação percorrerá uma distância de 30 metros em direção as salas para realizar a climatização. No espaço 1, será instalado uma fancolete de 32.000 BTU para refrigerar toda a sala de 47 metros, após climatização da sala, o fluido retornará com o fluido já em temperatura ambiente para o reservatório, e isso acontece da mesma forma para o espaço 2, a diferença é a fancolete que será de 12.000 BTU.

FIGURA 5: Projeto de instalação do sistema



Fonte: Silva (2022)

## 2.4. PMOC – PLANO DE MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E CONTROLE

O plano de manutenção, operação e controle foi idealizado especificamente para o sistema de refrigeração por absorção ROBUR – W “LB” utilizando como fluido refrigerante água gelada. Considerando as exigências da portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998 da ANVISA, a seguir segue o plano desenvolvido. Ressaltando que os quadros de periodicidade não serão preenchidos, somente após instalação do sistema no prédio.

TABELA 1 - Plano de manutenção preventiva

### Identificação do Ambiente:

Local	Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento Energia Autossustentável - UFPR
Endereço Completo	Francisco H dos Santos, S/N Centro Politécnico, Setor de Tecnologia
Bairro	Jardim das Américas
City: Curitiba	UF: Paraná

### Relação dos Ambientes Climatizados:

Tipo de atividade	Nº de ocupantes fixos no ambiente	Identificação do Ambiente	Área climatizada Total	Carga Térmica
Espaço 1	18	Informática	47,78	28,967 BTU/h
Espaço 2	6	Reunião	9,5	6,340 BTU/h

### Plano de Manutenção e Controle:

Descrição da Atividade	Periodicidade	Data da execução	Executado por:	Aprovado por:
<b>a) Condicionador de Ar Tipo água gelada</b>				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão no gabinete, na moldura da serpentina e na bandeja;	Trimestral			
Limpar as serpentinas e bandejas;	Trimestral			
Verificar a operação dos controles de vazão;	Mensal			
Verificar a operação de drenagem de água da Bandeja	Quinzenal			
Verificar o estado de conservação do isolamento termo-acústico;	Bimestral			
Verificar a vedação dos painéis de fechamento do gabinete;	Trimestral			
Verificar a tensão das correias para evitar o escorregamento;	Mensal			
Lavar as bandejas e serpentinas com remoção do biofilme (lodo), sem o uso de produtos desengraxantes e corrosivos.	Anual			
Verificar os filtros de ar;	Quinzenal			

Filtros de ar (secos)	Quinzenal			
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	Mensal			
Verificar e eliminar as frestas dos filtros;	Mensal			
Limpar (quando recuperável ) ou substituir (quando descartável) o elemento filtrante;	Mensal			
Observações:				
1 – Não é recomendado o uso de umidificador de ar por aspersão que possui bacia de água no interior do duto de insuflamento ou no gabinete do condicionador.				
2 – É necessária a existência de registro de ar no retorno e tomada de ar externo, para garantir a correta vazão de ar no sistema.				
<b>b) Dutos, Acessórios e Caixa Pleno para o Ar</b>				
Verificar e eliminar sujeira (interna e externa), danos e corrosão;	Mensal			
Verificar a vedação das portas de inspeção em operação normal;	Mensal			
Verificar e eliminar danos no isolamento térmico;	Mensal			
Verificar a vedação das conexões	Mensal			
• Bocas de ar para insuflamento e retorno de ar				
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão;	Mensal			
Verificar a fixação;	Mensal			
Medir a vazão;	Mensal			
Dispositivo de bloqueio e balanceamento	Bimestral			
Verificar e eliminar sujeira, danos e corrosão	Trimestral			
Verificar o funcionamento	Semanal			
<b>c) Ambientes climatizados</b>				
Verificar e eliminar sujeira, odores desagradáveis, fontes de ruídos, infiltrações, armazenagem de produtos químicos, fontes de radiação de calor excessivo e fontes de geração de microorganismos;	Mensal			
Notas:				
1) As práticas de manutenção acima devem ser aplicadas em conjunto com as recomendações de manutenção mecânica da NBR 13.971 – Sistemas de Refrigeração.				
2) Todos os produtos utilizados na limpeza dos componentes dos sistemas de climatização, devem ser biodegradáveis e estarem devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.				
3) Toda verificação deve ser seguida dos procedimentos necessários para o funcionamento correto do sistema de climatização.				

## 4. Resultados

### 4.1 Custo de Instalação e Operação do Sistema

Para o processo de instalação do sistema de refrigeração, foram levantadas informações sobre os equipamentos necessários como os acessórios úteis para a instalação do refrigerador no NPDEAS. A seguir tabela dos itens:

TABELA 2: Lista de orçamentos

Item	Descrição	Unid.	Qtd.	UNITARIO - R\$	TOTAL - R\$
				Material	Material
<b>1</b>	<b>EQUIPAMENTOS NOVOS</b>				
1.1	Bomba 3m³/h	ud	1,00		
1.2	Bomba centrífuga 3m³/h	ud	2,00		
1.3	Manômetro	ud	3,00		
1.4	Termomêtro	ud	3,00		
1.5	Válvula de segurança	ud	3,00		
1.6	Válvula de controle de vazão manual	ud	3,00		
1.7	Reservatório de 5000 Litros	ud	1,00	R\$ 700,00	R\$ 700,00
1.8	Reservatório de 1000 Litros	ud	1,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00
1.10	Fancolete 32.000 BTU	ud	1,00	R\$ 4.195,00	R\$ 4.195,00
1.11	Fancolete 14.000 BTU	ud	1,00	R\$ 2.705,00	R\$ 2.705,00
1.13	Mangueira água fria 1. 1/4"	m	16,00	R\$ 11,00	R\$ 176,00
1.14	Mangueira água quente 1. 1/4"	m	18,00	R\$ 11,00	R\$ 198,00
1.15	Tubo de PVC 1.1/4"	m	60,00	R\$ 30,00	R\$ 150,00
<b>2</b>	<b>MATERIAL</b>				
2.2	Isopor Injetável	m	5,00		
<b>3</b>	<b>DIVERSOS</b>				
3.2	Linha de Transmissão do gás	m	14,00		
<b>4</b>	<b>MÃO DE OBRA</b>				
4.1	Prestadores de Serviços	ud	1,00	R\$ 200,00	R\$ 1.000,00
<b>VALOR TOTAL</b>					

Sobre o custo operação do sistema, foram orçados. i) O gás GLP devido o refrigerador por absorção utilizar como fonte de calor a queima do combustível GLP. As propriedades desse combustível são apresentadas na tabela 4.2, segundo BEJAN (1988). O combustível GLP é formado da mistura de 50% de propano e 50% de butano, segundo SUPERGASBRAS, 2006. Para isso será necessário comprar 4 cilindros de GLP de 45 kg cada (PEREIRA, 2006), no qual estão custando R \$340,00 segundo empresas de comércio e varejo do Brasil. E ii) Amônia por serem basicamente responsáveis pelo funcionamento do refrigerador, porém a amônia já se encontra no próprio sistema do ROBUR. Ressaltando que neste artigo não foi incluído a mão de obra para instalação do sistema de refrigeração.

## 4.2 Custo de energia elétrica

Os dados da tarifa de energia elétrica foram calculadas baseada na Resolução Homologatória 2.704, de 23 de junho de 2020 equivalente a 23/06/2021, onde estabelece as tarifas de energia – TE e as tarifas de uso do sistema de distribuição – TUSD referentes à Copel Distribuição S.A. – Copel-DIS. As tarifas de aplicação da Copel-DIS, ficam reajustadas em 0,41% (zero vírgula quarenta e um por cento), correspondendo ao efeito tarifário médio a ser percebido pelos consumidores/usuários/agentes supridos da distribuidora. Dessa forma representada pela equação 01:

$$\text{Custo} = \text{Potência} * h * \text{mês} = 17.5 * 6 * 20 = 2.100 \text{ Kwh/mês}$$

Sendo a potência do refrigerador, a quantidade de horas trabalhadas e os dias do mês. A potência do refrigerador corresponde a 17,5 Kw, já a utilização da sala foi considerada apenas 6 horas, devido Curitiba ter um clima com temperaturas mais baixas do que as outras cidades brasileiras e com menores dias de sol, e os dias de funcionamento das salas, tendo apenas 20 dias no mês. Assim, multiplica-se o valor do consumo de energia pela tarifa da concessionária de energia, para se obter o consumo mensal em reais:

$$\text{Consumo mensal} = \text{consumo} * \text{tarifa} = 2.100 * 0,75 = \text{R\$ } 1.575,00$$

### 3. CONCLUSÕES

Para instalação do sistema de refrigeração será usado o ROBUR de modelo W “LB” que basicamente é uma bomba de calor como citado anteriormente. O cálculo de carga térmica obteve um total de quase 36.000 BTU, sendo que o ROBUR tem capacidade de 60.000 BTU, sendo assim o refrigerador escolhido é capaz de climatizar as duas salas propostas no artigo, como também outras salas dependendo da sua carga térmica.

O plano de elaboração PMOC foi direcionado para o refrigerador, no qual será capaz de estabelecer um método de limpeza, manutenção que resulte em melhor funcionamento da máquina, até mesmo sendo uma forma de redução nos gastos relacionados ao consumo de energia elétrica. (KAMINAGAKURA, 2017) afirma que os efeitos da implantação de uma PMOC, podem ser notados em um refrigerador que permanecia trabalhando ininterruptamente e após a aplicação do plano notou-se uma diminuição no período que permanecia operando. Outro efeito resultante do PMOC é a redução no consumo de energia elétrica.

Sobre o custo de operação deste tipo de sistema em relação aos refrigeradores tradicionais sendo os por compressão de vapor ainda tem um alto custo para instalação, de acordo com a tabela 02, o custo para instalação do sistema de refrigeração por absorção é de quase R\$ 13.000 mais o custo do gás GLP R\$ 1.360,00 ou seja, no total de R\$ 12.378,20, mesmo que o ROBUR já esteja comprado. Contudo o custo mensal de energia elétrica é inferior aos refrigeradores por compressão a vapor. O refrigerador por absorção tem um consumo mensal de R\$1.575,00. Quando comparado com um refrigerador por compressão a vapor com mesma capacidade, o custo mensal de energia elétrica é de R\$2.000,00. Assim pode-se concluir que mesmo o refrigerador por absorção tendo um custo alto para instalação ainda assim terá um menor custo mensal de energia elétrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401/2008. **Instalações de Ar-Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários**. Rio de Janeiro, 2008.
- BEJAN, A., *Advanced engineering thermodynamics*, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- GOSNEY, W.B., **Principles of Refrigeration**, London, Cambridge University Press, 1982.
- HERMES, C. J. L. **Uma Metodologia para a Simulação Transiente de Refrigeradores Domésticos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- MARTINHO, L. C. S. **Modelagem, Simulação e Otimização de Refrigeradores por Absorção**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- MARTINELLI. **Carga Térmica: Planilha de Cálculo Simplificado**. Disponível em: <http://www.martinelli.eng.br/ebooks.htm>. Acesso, junho - 2021.
- PANNO, G, H: Projeto de Refrigeração em Estabelecimento Hortifrutigranjeiro Utilizando Ciclos Cascata Nh<sub>3</sub>-Co<sub>2</sub>; Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.
- PEREIRA M.V.A; **Análise exergética experimental de um unidade de refrigeração por absorção de 5 TR movida a gás liquefeito de petróleo (GLP) e/ou gases de exaustão**, Curitiba, 2006, dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná.