



Matheus Dembogurski

**APLICAÇÃO DO POWER BI PARA ANÁLISE DE DADOS DE CÂMARA PARA
CONSERVAÇÃO DE VACINAS E TERMOLÁBEIS**

Horizontina-RS

2022

Matheus Dembogurski

**APLICAÇÃO DO POWER BI PARA ANÁLISE DE DADOS DE CÂMARA PARA
CONSERVAÇÃO DE VACINAS E TERMOLÁBEIS**

Trabalho Final de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para conclusão
do Curso na Engenharia de Controle e Automação
da Faculdade Horizontina, sob a orientação do
Prof. Dr. Fauzi de Moraes Shubeita

Horizontina-RS

2022

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“APLICAÇÃO DO POWER BI PARA ANÁLISE DE DADOS DE CÂMARA PARA
CONSERVAÇÃO DE VACINAS E TERMOLÁBEIS”**

**Elaborada por:
Matheus Dembogurski**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Controle e Automação

Aprovado em: 08/12/2022
Pela Comissão Examinadora

Dr. Fauzi de Moraes Shubeita
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Dr. Geovane Webler
FAHOR – Faculdade Horizontina

Me. Cristiane Hahn Baldissera
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina – RS
2022**

RESUMO

O presente trabalho foi realizado analisando dados de uma câmara para conservação de imunobiológicos, medicamentos, termolábeis e hemoderivados, mais precisamente visando a otimização de energia do equipamento, abordando o tema: “Análise de dados para otimizar o consumo de energia de sistemas de refrigeração responsáveis pelo armazenamento e conservação de vacinas e materiais biológicos”. Esse projeto teve como objetivo coletar, tratar e analisar dados gerados pelo sistema controlador de câmaras de conservação, visando gerar informações que ajudarão a área de engenharia a tomar decisões que podem otimizar o consumo de energia de seus dispositivos. O trabalho foi realizado baseado em dados gerados por uma câmara de refrigeração encontrada na empresa Biotecno, dessa forma, foram realizadas pesquisas sobre como é possível otimizar o consumo de energia de um equipamento utilizando engenharia e análise de dados, logo, foi desenvolvido um projeto para colocar em prática esta ideia. Assim, obteve-se como resultado informações importantes referentes a qual configuração de parâmetros possibilita um ganho na eficiência de energia. Acredita-se que a implementação de *Business Intelligence* tem muito a contribuir no ambiente corporativo, além de motivar os profissionais a tomarem melhores decisões.

Palavras chave: Câmara de conservação de vacinas, Análise de dados, *Business Intelligence*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Câmara BT 1100/420	23
Figura 2 - Full Gauge TC-900E LOG	25
Figura 3 - Full Gauge Energylog Plus	25
Figura 4 - Formato dos dados recebidos (Temperatura)	26
Figura 5 - Formato dos dados recebidos (Energia)	26
Figura 6 - Tratamento dos dados.....	27
Figura 7 - Relacionamento das tabelas	28
Figura 8 - Medidas desenvolvidas	29
Figura 9 - <i>Layout</i> do <i>dashboard</i>	30
Figura 10 - Informações referentes à potência ativa.....	30
Figura 11 - Temperatura e acionamentos da configuração 1	31
Figura 12 - Potência Ativa configuração 1	31
Figura 13 - Temperatura e acionamentos da configuração 2	32
Figura 14 - Potência Ativa configuração 2	32
Figura 15 - Diferença entre os cenários.....	33

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Projetos Semelhantes.....	18
Quadro 2 - Cronograma.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CPU – *Central Processing Unit*

BI – *Business Intelligence*

FAHOR – Faculdade Horizontina

GB - *Gigabyte*

GHz – *Gigahertz*

HD – *Hard Disk*

IP – *Internet Protocol*

MB – *Megabyte*

PC – *Personal Computer*

PDF – *Portable Document Format*

RAM – *Random Access Memory*

WWW – *World Wide Web*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
1.1	TEMA.....	6
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	6
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	6
1.4	HIPÓTESES	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.5	OBJETIVOS	6
1.5.1	Objetivo geral	6
1.5.2	Objetivos específicos	6
1.6	JUSTIFICATIVA.....	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO	9
2.1.1	Monitoramento	9
2.1.2	Controle	9
2.1.3	Temperatura	10
2.1.4	Atuação	10
2.1.5	Sistemas de gestão de energia	11
2.1.6	Sensores	11
2.2	REFRIGERADORES CIENTÍFICOS	12
2.3	FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	12
2.3.1	BI e Data Analytics	13
2.3.2	Software	13
2.3.3	Hardware	14
2.3.4	Power BI	14
2.3.5	Dados	15
2.3.6	Informações	16
2.3.7	Conhecimento	16
2.3.8	Automatização	17
2.3.9	Tomada de decisão	17
2.4	PROJETOS SEMELHANTES.....	18
3	METODOLOGIA	19
4	RECURSOS NECESSÁRIOS	21
5	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	22

6	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADO.....	23
6.1	CÂMARA UTILIZADA.....	23
6.2	INSTRUMENTOS CONTROLADORES	24
6.3	ESTRUTURA DOS DADOS	25
6.4	ANÁLISE DOS DADOS	28
6.5	RESULTADOS	31
	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a tecnologia vem avançando nos mais variados setores da indústria, através do uso de recursos computacionais que geralmente estão ligados à um *software*, é possível otimizar processos, poupar tempo e materiais e implementar informações. Assim, a tecnologia ajuda a melhorar e aprimorar tarefas que muitas vezes são difíceis de executar pelo ser humano.

Sabe-se que é ampla a utilização da tecnologia, inclusive, ela tem sido aplicada tanto no dia a dia da população geral, quanto em áreas específicas da indústria. Nesse contexto, a área da saúde também está inclusa na evolução tecnológica e vem, por meio desta, ganhando destaque na busca por melhoria de materiais, equipamentos e processos. Mais especificamente, o setor de conservação de elementos biológicos e vacinas é de grande importância, pois a perda destes materiais deve ser mínima ou nenhuma. Tendo em vista essa necessidade, existem as câmaras de conservação inteligentes, que com o auxílio da tecnologia, são capazes de manter o material na temperatura ideal e apresentar ao usuário uma série de avisos e informações precisas.

Um problema persistente no Brasil e que desempenha um papel significativo na perda de materiais armazenados, é a ausência de energia elétrica comercial. Essa falta faz com que a temperatura interna suba para níveis inseguros, tornando-os inadequados para o armazenamento de vacinas, prejudicando especialmente aquelas que atuam contra vírus vivos atenuados, alterando sua capacidade imunizante. Devido à situação descrita, existem medidas preventivas, as câmaras têm a opção de serem equipadas com um sistema de emergência que torna possível manter todas as funções do equipamento por longos períodos, que variam de 2 a 72 horas, sem a presença de eletricidade.

Além disso, a instabilidade da energia elétrica pode resultar em danos irreversíveis aos equipamentos, tanto no meio rural quanto nas grandes cidades brasileiras. Contudo, para evitar que a instabilidade elétrica resulte em danos graves aos equipamentos, a Biotecno oferece um dispositivo de controle de tensão elétrica capaz de avaliar a qualidade da energia advinda do fornecedor local, ademais, caso detectada instabilidade, são desligados os equipamentos elétricos afetados, permitindo que a câmara funcione com o sistema de emergência nessas

circunstâncias. Após a estabilização da tensão elétrica, o aparelho ainda se reconecta automaticamente à rede e disponibiliza dados gráficos e de desempenho via *software*. Contextualizando, são chamados de refrigeradores inteligentes as câmaras de conservação de materiais biológicos, pois possuem instrumentos controladores que geram dados durante todo tempo que estão ligadas, tornando possível coletar esses dados gerados, estruturá-los, prepará-los e então estudá-los gerando relatórios e *insights* para a empresa, fato que abre portas para outra área da tecnologia: *Business Intelligence*.

Para Perillo (2021), a mudança na forma como os dados são interpretados aliada ao aumento da quantidade de informações geradas a cada segundo, tornou os relatórios e *dashboards* produzidos pelos *softwares* de BI ferramentas essenciais de gestão. Os *dashboards* incluem informações pertinentes que auxiliam na tomada de decisões. Eles foram desenvolvidos para aprimorar os dados medidos e gerados, facilitar a interpretação, produzir *insights* valiosos com foco em indicadores pertinentes e permitir análises preditivas.

Para tanto, durante o desenvolvimento do trabalho foram utilizados alguns *softwares* como o Microsoft Power BI que serviu como ferramenta de *Business Intelligence* e apoiou na análise dos dados, e o Microsoft Office Word que foi utilizado para documentação das etapas realizadas. As pesquisas foram feitas utilizando diversas fontes bibliográficas e conteúdos disponibilizados na internet, com o objetivo de obter conhecimento sobre os assuntos e sobre a melhor forma de analisar os dados emitidos pelo refrigerador.

Nesse sentido, busca-se implementar a tecnologia *Business Intelligence* para que a área da engenharia de controle e automação da empresa Biotecno possa tomar decisões baseadas em dados, mais especificamente para a gestão de energia das câmaras, onde se busca encontrar a melhor configuração em termos de equipamentos, parâmetros e materiais utilizados na construção dos dispositivos.

O presente projeto será dividido em quatro principais partes, sendo que a primeira irá conter a contextualização do estudo, assim, abordando o tema, problema, objetivos e justificativa. Já na segunda parte, será apresentado o referencial teórico que servirá de base para a construção do trabalho. A terceira etapa abordará os aspectos metodológicos que serão seguidos. E, ainda, na quarta parte há a apresentação e análise dos resultados obtidos.

1.1 TEMA

Análise de dados para otimizar o consumo de energia de sistemas de refrigeração responsáveis pelo armazenamento e conservação de vacinas e materiais biológicos.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Aplicação de engenharia de dados para otimização do consumo de energia de freezers científicos que armazenam e conservam vacinas e materiais biológicos, fabricados pela Biotecno na cidade de Santa Rosa – RS.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

De que maneira a aplicação de análise de dados emitidos pelo controlador de um freezer pode gerar informação e conhecimento e auxiliar nas estratégias de tomada de decisões sobre o consumo de energia de componentes do dispositivo?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Buscar, tratar e analisar dados gerados por um sistema controlador de freezers responsáveis por armazenar vacinas e materiais biológicos, visando gerar informações que ajudarão a área de engenharia a tomar decisões que podem otimizar o consumo de energia de seus dispositivos produzidos na Biotecno, na cidade de Santa Rosa – RS.

1.4.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar um levantamento bibliográfico sobre as novas tecnologias de análise e controle dos sistemas de refrigeração de freezers inteligentes.
- ✓ Compreender o funcionamento de um controlador de temperatura de um freezer.
- ✓ Definir os equipamentos e softwares necessários para desenvolvimento da análise.
- ✓ Fazer o levantamento dos custos para que o trabalho possa ser desenvolvido.

- ✓ Realizar a análise e desenvolvimento das informações capazes de levantar conhecimentos do controlador de temperatura do freezer.
- ✓ Realizar testes com os conjuntos de dados gerados por protótipos da empresa para levantamento de informações.
- ✓ Documentar e publicar os resultados.

1.5 JUSTIFICATIVA

A utilização de diferentes tecnologias na indústria é indispensável e cada vez mais importante, os equipamentos tecnológicos geram muitos dados que precisam ser coletados, tratados e analisados para que possam gerar informações e conhecimentos que auxiliam nas estratégias e tomadas de decisões das empresas.

Os freezers e refrigeradores científicos são responsáveis por armazenar e conservar vacinas e materiais biológicos, estes sistemas de refrigeração precisam ser extremamente estáveis e precisos para que não ocorra a perda do material que está sendo armazenado. Assim, para que haja sucesso na refrigeração, é necessário que a engenharia projete estratégias de conservação eficientes e sem desperdício de energia. Além disso, outro ponto importante é o custo dos materiais de cada sistema, não é saudável economicamente para uma empresa que o produto custe mais do que deveria para ser fabricado.

Por esse motivo, a tecnologia *Business Intelligence* vem como alternativa para solucionar os problemas citados, já que tem como principal objetivo coletar, organizar, estruturar e disponibilizar dados para que pessoas e empresas possam tomar decisões mais assertivas em um curto espaço de tempo. Nesse sentido, o BI possibilita que a área de negócio possa identificar falhas ou oportunidades em seu produto, além de trazer uma visão de pontos em que é possível reduzir custos, ou seja, ferramentas de *Business Intelligence* tem muito a contribuir na indústria.

Assim, a tecnologia e as ferramentas de análise de dados são grandes aliados para que se possa ter mais conhecimento dos equipamentos utilizados para fazer o controle de temperatura dos sistemas de refrigeração, ganhando dinâmica na análise de informações, desta forma é possível saber como o equipamento performa em diferentes situações de uso.

Portanto, busca-se fazer uma análise de dados que são emitidos pelo *hardware* do refrigerador com o intuito de identificar padrões, gerar informação e conhecimento que podem auxiliar a área de engenharia de controle e automação da empresa a tomar

decisões de possíveis melhorias ao equipamento, visando principalmente o ganho de eficiência energética e a redução de custos, o que traz mais destaque ao produto frente a concorrência e melhora o resultado da empresa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os conceitos técnicos que irão compor o trabalho, onde serão abordadas todas as informações necessárias para o desenvolvimento da análise de dados. Também serão apresentados conceitos sobre o funcionamento de sistemas de refrigeração responsáveis pelo armazenamento e conservação de vacinas e materiais biológicos.

2.1 SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

O desenvolvimento dos sistemas de refrigeração teve como foco específico garantir a preservação adequada de imunobiológicos, medicamentos, hemoderivados e terapêuticos. É uma medida estratégica em qualquer programa de vacinação ou banco de sangue manter um nível adequado de refrigeração para que os imunobiológicos e hemoderivados possam ser armazenados com segurança e eficácia.

2.1.1 Monitoramento

Após receber dados específicos que foram previamente fornecidos por um sistema, o monitoramento é o processo de análise das informações em relação a um parâmetro pré-determinado. É possível que o usuário tenha um melhor entendimento dos processos por meio do monitoramento, a fim de detectar possíveis falhas que possam comprometer a funcionalidade de um determinado circuito.

“Monitoramento é a coleta contínua de informações e a revisão da infraestrutura inteira do data center. Os aspectos de um data center monitorado incluem segurança, desempenho, acessibilidade e capacidade” (SOMASUNDARAM, SHRIVASTAVA, 2011).

O objetivo do monitoramento é avaliar o desempenho e a disponibilidade do sistema envolvido e utilizar essas informações para gerar relatórios de alerta para o usuário. Um bom sistema de monitoramento possibilita ver problemas e corrigi-los antes que ocorra uma falha no sistema ou algo mais sério.

2.1.2 Controle

É possível definir controle como a aplicação de uma ação previamente planejada para garantir que o objetivo de controle atinja objetivos específicos. A regra

geral é que atingir alguns objetivos equivale a igualar o valor de uma variável física a um valor de referência e isso é feito com a execução de funções antes estabelecidas e sequenciadas.

Controlar uma grandeza ou variável física significa alterar o seu valor de acordo com uma intenção. Porém, nem sempre isso é realizável perfeitamente, ou porque não se dispõe de energia suficiente ou porque há perturbações muito grandes ou muito rápidas. Por exemplo, para controlar variáveis climáticas não há energia suficiente e para controlar variáveis de processos industriais ou de transporte é preciso que os objetivos e as perturbações sejam compatíveis. (CASTRUCCI, BITTAR, 2022)

Os controladores podem utilizar chaveamento, sensores, termostatos, pressostatos etc. Podendo conectar e desconectar equipamentos para diversas operações. Em muitas aplicações diferentes, os sistemas lógicos são usados nas operações de controle de ambientes. No caso dos sistemas de refrigeração, o controle tem o papel fundamental de manter a temperatura dentro da margem programada para que o material que está sendo armazenado não seja perdido.

2.1.3 Temperatura

A temperatura pode ser definida como uma grandeza física que é responsável por medir o grau de agitação das moléculas que compõem um corpo. Quanto maior a temperatura do corpo, ou seja, quanto mais quente este corpo estiver, maior será a agitação molecular.

Em um sistema de refrigeração científico, a temperatura é o principal indicador. É o que define o sucesso ou o fracasso no armazenamento dos materiais, cada material possui uma faixa de temperatura em que se mantém utilizável, sendo assim, é necessário que o sistema de controle da câmara esteja sempre operando em boas condições.

“Conforme orientação do Manual da Rede de Frio (Ministério da Saúde, 2017), recomenda-se o armazenamento de materiais somente após a comprovação de estabilidade de temperatura, após intervalo mínimo de 7 dias.” (BIOTECNO, 2020)

2.1.4 Atuação de um sistema de controle

A atuação em um sistema de controle, é feita por meio de sensores atuadores e controladores. Esses dispositivos são capazes de realizar tarefas que seriam

praticamente impossíveis de concluir ou mesmo gerenciar manualmente ou intelectualmente.

A partir da aplicação de sensores é possível medir com precisão as diversas variáveis envolvidas na produção ou no processo industrial, tornando possível efetuar ações corretivas. Pode-se fazer a seguinte analogia: os órgãos dos sentidos (olfato, visão, paladar, audição e tato) e os membros (inferiores e superiores) estão para o ser humano assim como os sensores e atuadores estão para um sistema automático, respectivamente. (BRITO, 2019)

O atuador é um dispositivo que produz um sinal com potência suficiente para atuar sobre o sistema ao receber um sinal de controle. Os atuadores são os elementos finais de um sistema de controle, atuando sobre uma variação do processo em resposta ao comando recebido.

2.1.5 Sistemas de gestão de energia

Reduzir custos sem comprometer as operações de um negócio ou o seu desempenho é uma das estratégias a seguir se se quer ser competitivo e duradouro no mercado. É uma das despesas que mais impacta na forma como as organizações alocam seus recursos e que pode fazer a diferença em um plano que busca maior competitividade e rentabilidade é a energia.

Segundo (GIRARDI, 2020) gestão de energia é uma forma inteligente de reduzir e controlar os custos com energia elétrica em uma empresa, trazendo eficiência energética e aumentando a competitividade do negócio e sua sustentabilidade no mercado.

De forma clara e objetiva, eficiência energética é a capacidade de produzir mais, ou pelo menos a mesma quantidade, usando menos energia. Tomar decisões de gestão de energia é um dos caminhos mais seguros para alcançar a eficiência energética. Em última análise, se uma organização reduz o consumo, seja porque reconhece e elimina comportamentos de desperdício ou otimiza processos, ela acabará se tornando mais eficaz.

2.1.6 Sensores

A principal função de um dispositivo sensor é detectar e reagir eficazmente a um estímulo externo. Existem muitos tipos diferentes de sensores que reagem a vários estímulos, como calor, pressão, movimento, luz e outros. Após receber o estímulo, a

função do sensor é emitir um sinal que pode ser convertido e compreendido por outros dispositivos.

Termo “sensor” é empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia, que pode ser luminosa, térmica ou cinética. O objetivo é relacionar informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, entre outras (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2020)

A seleção do sensor depende exclusivamente do objetivo da instalação. Portanto, é necessário avaliar as condições do ambiente e escolher o sensor mais adequado para aquela atividade. Um exemplo são os sensores elétricos que detectam mudanças nas magnitudes elétricas, como um aumento na condutividade elétrica ou mesmo uma mudança na tensão elétrica.

2.2 REFRIGERADORES CIENTÍFICOS

Os refrigeradores científicos são projetados exclusivamente para armazenar materiais para análises, pesquisas, além de sangue, vacinas e outros medicamentos. Ou seja, elementos sensíveis à temperatura e que exigem extremo cuidado ao serem armazenados. As câmaras destinadas a esse uso possuem temperaturas programáveis e constantes entre 2 e 8 graus celsius, ao contrário dos modelos de uso doméstico.

Estes dispositivos também são capazes de ter um sistema de alarme remoto, além de sensores. O dispositivo permite a realização de chamadas telefônicas em caso de queda de temperatura ou se a bateria der sinais de que está abaixo do nível recomendado, permitindo agir o mais rápido possível e garantindo a preservação dos materiais.

2.3 FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS

Nesta seção serão apresentados os conceitos relacionados as ferramentas tecnológicas destacando o que será utilizado para o desenvolvimento do trabalho.

2.3.1 BI e *Data Analytics*

Após o entendimento de dados, informação e conhecimento, a preocupação das companhias passa a ser implementar sistemas mais bem aperfeiçoados, que consigam administrar uma grande demanda e volume de dados. Essa administração envolve a capacidade de armazenar de forma padronizada todos os dados que o sistema envolve, além disso, é muito importante que estes sistemas consigam transformar o que foi armazenado em informação e conhecimento e disseminar isto para o usuário final e para a área estratégica da empresa.

Para Carvalho (2003), ao contrário dos sistemas de *groupware* que enfatizam o trabalho colaborativo de todos na empresa, os sistemas de BI são mais elitizados, buscando atender às necessidades gerenciais. Um sistema de BI não é uma tecnologia que incentiva o compartilhamento de conhecimento entre as pessoas. O objetivo de um sistema de BI é contribuir para gerar novos conhecimentos que resultem em efetivos resultados empresariais de negócio.

A tecnologia BI está sendo utilizada no meio empresarial como uma ferramenta de apoio aos processos de tomada de decisão em nível mais estratégico. Para tanto são necessárias ferramentas que realizem o tratamento de dados. Usar BI em uma companhia pode significar um marco na história da empresa, os gestores podem ter uma visão completa do negócio e até mesmo antecipar uma decisão. O BI é um método de manter as informações organizadas em um só lugar, de maneira confiável, eficiente e de fácil acesso. Esta organização contribui para uma melhor qualidade das análises e conseqüentemente faz com que informações que antes passavam despercebidas possam ser notadas e investigadas.

2.3.2 *Software*

É a parte lógica de um computador, ou seja, é uma seqüência de informações seguidas pela máquina como execução, manipulação entre outros. Software é um conjunto de comandos que devem ser seguidos e executados por um equipamento, seja ele um computador ou um aparelho eletromecânico.

Um programa informa para um computador, em detalhes, a seqüência dos passos necessários para completar uma tarefa. Um programa contém um número enorme de operações simples e o computador as executa em grande velocidade. O computador não

possui inteligência – ele simplesmente executa sequências de instruções que foram previamente preparadas (HORSTMANN, 2009).

Os *softwares* são desenvolvidos para atender uma demanda ou necessidade, seja ela de um usuário ou de um complexo de programas, com isso podemos classificar os softwares em três categorias: softwares de programação, software de sistema e software de aplicação.

2.3.3 Hardware

Qualquer componente físico ou equipamento, relacionado ou não à tecnologia da informação, é denominado hardware. Em geral, todas as máquinas, ferramentas ou aparelhos (máquina de fresa, refrigeradores, uma chave inglesa, um telefone ou computador) são chamados de hardware.

Para Martins (2007), hardware é toda parte física do computador, tudo aquilo que é possível de tocar. De forma mais técnica, hardware é a composição de todos os itens periféricos que, de alguma forma, contribuem para o processamento de uma informação.

As câmeras de conservação são equipadas com uma série de *hardwares*, os principais componentes são: Controlador de temperatura e alarmes, display de processos, lâmpadas para iluminação interna, sensores de temperatura, controlador de tensão e bateria.

2.3.4 Power BI

O Power BI é um grupo de softwares e ferramentas que, em conjunto, operam para converter dados em informação e conhecimento de forma interativa e visual. Desenvolvido pela Microsoft, este software consegue se conectar com facilidade às mais diversas fontes de dados, como por exemplo, bancos de dados locais ou em nuvem, pastas do sharepoint, arquivos Excel, etc. (MICROSOFT, 2022).

Além da possibilidade de conexão com as mais diversas fontes de dados, o Power BI permite o compartilhamento de forma fácil dos relatórios desenvolvidos e também do conjunto de dados gerado, permitindo assim, a criação de novos relatórios utilizando os mesmos dados.

Para que todas as funções dessa ferramenta funcionem, o Power BI é dividido em três principais elementos:

Power BI Desktop: É um aplicativo que pode ser instalado na máquina local e é nele que consiste toda a parte de conexão, construção de conjuntos, tratamento, limpeza dos dados, construção dos gráficos e relatórios visuais. Também faz parte deste aplicativo a publicação para compartilhamento.

Serviço do Power BI: É um ambiente online para onde vão os conjuntos de dados e os relatórios que são publicados através do Power BI Desktop. É nesse ambiente que você pode selecionar quem vai poder visualizar, interagir e até contribuir com seus dashboards e conjuntos de dados. É possível até mesmo conectar-se a um modelo e desenvolver visualizações de forma totalmente online.

Aplicativos móveis do Power BI: A Microsoft disponibiliza um aplicativo móvel para Android, iOS e Windows, com este software os usuários que possuem acesso aos relatórios que foram compartilhados no Serviço do Power BI conseguem visualizar em seu smartphone.

2.3.5 Dados

Os dados são a matéria prima para que seja gerada a informação. Para que um gestor tome uma decisão olhando para um relatório é necessário que os dados sejam coletados, entendidos, preparados e por fim modelados. Outro ponto importante é a procedência destes dados, não podemos obter informações sem conhecer e confiar na origem.

Os dados, diferentemente de outros ativos organizacionais, podem ser copiados ou replicados. Você não copia um veículo da frota de sua empresa, devido a sua materialidade óbvia, mas copia o registro que representa um veículo da frota da sua empresa. A intangibilidade dos bits de Shannon permite essa propriedade única dos dados, quando pensados como ativos. Essa transferência, via cópia e manipulação de dados entre camadas transacionais e informacionais, tem também um objetivo fundamental de profilaxia. Garantir a qualidade aos dados, evitando que elementos incompletos, campos sem significados, dados com erros ou com precisões duvidosas contaminem tomadas de decisões corretas, fundamentais no mundo informacional. (BARBIERI, 2020).

O maior desafio para os tomadores de decisão é traduzir dados em informação e informação em conhecimento, minimizando a interferência individualizada no processo de transformação.

2.3.6 Informações

A informação é a estruturação e organização dos dados, ou, em outras palavras, é o resultado de dar contexto aos dados. Podemos inferir que a informação inclui todos os componentes que compõem o que se conhece. Mas por si mesma, ela não constitui a totalidade do conhecimento.

Segundo Le Coadic (1996), a informação é um registro, em suporte físico ou intangível, disponível à assimilação crítica para produção de conhecimento. É um significado disseminado a um ser consciente por meio de uma mensagem inscrita: dados, sinal elétrico, ondas sonoras, etc.

A informação é vista como um bem ao qual todos os cidadãos devem ter acesso. Isso a torna útil e relevante para quem quer entender um tópico específico em profundidade. É importante ter em mente que ela busca diminuir a incerteza para avançar o conhecimento e a compreensão. Ao mesmo tempo, ela também se refere à explicação de como um procedimento ou item funciona, como no manual de instruções.

2.3.7 Conhecimento

Conhecimento é a informação que foi processada e transformada em experiência por uma pessoa. Dessa forma, o conhecimento une ideias sobre dados e informações, e é o resultado da análise de dados. Além disso, o conhecimento é uma habilidade que dá a capacidade de agir e até mesmo prever quais seriam os resultados imediatos da ação que tomamos. Isso é feito processando as informações em conjunto, analisando um relatório com base em outras experiências.

Para Kepler (2021), é possível definir conhecimento como familiaridade e consciência de alguém, um lugar, um evento, uma ideia ou um método de fazer algo ou qualquer outra coisa, que é oriunda da descoberta, experiência, percepção e aprendizagem.

O conhecimento também é fruto do aprendizado, que ocorre quando somos expostos a muitas novas informações que, cada uma à sua maneira, mudam a forma como nos comportamos e interagimos com o mundo ao nosso redor. É a transformação da informação em experiência aplicada, seja ela boa ou ruim.

2.3.8 Automação

A automação tem a ver com a racionalização de processos. É frequentemente usada para apoiar o trabalho humano em tarefas repetitivas, como gerar alertas ou manter a funcionalidade de um sistema. A automação faz o trabalho de forma independente, porém não avalia seu próprio desempenho e exige monitoramento contínuo.

Programas ou scripts simples que exercitam funcionalidades do sistema sendo testado e fazem verificações automáticas nos efeitos colaterais obtidos. A grande vantagem desta abordagem, é que todos os casos de teste podem ser facilmente e rapidamente repetidos a qualquer momento e com pouco esforço. (BERNARDO, 2011).

Quando um processo é automatizado, uma linha de atividades deve ser seguida para garantir que a equipe tenha trabalhado de forma organizada e orientada a objetivos, evitando custos desnecessários e atrasos na entrega dos sistemas. A automação geralmente resulta em duas principais vantagens, sendo elas: maior qualidade do procedimento e mais rapidez em tempo de execução.

2.3.9 Tomada de decisão

Tomar uma decisão é o processo de decidir sobre algo significativo, algo possivelmente importante para um grupo de pessoas ou uma organização. Ela envolve a escolha de um curso de ação entre duas ou mais opções para obter uma solução para um problema específico. Geralmente um grupo de profissionais colabora para a tomada de decisões nas organizações, com o objetivo de melhorar a operação da empresa. Nesse sentido, é uma atividade contínua e dinâmica que permeia todas as demais atividades organizacionais.

Assim, escolha significativa precisa ser planejada com cuidado, especialmente no local de trabalho. Essas decisões podem ter um impacto direto nos resultados gerais da empresa. Portanto, é crucial prestar atenção aos indicadores antes de tomar as decisões. Uma decisão tomada com base em dados pode fornecer mais segurança e suporte no futuro.

2.4 PROJETOS SEMELHANTES

Existem algumas pesquisas e projetos já realizados que se assemelham a este trabalho, o Quadro 1 apresenta trabalhos de outros autores que foram utilizados como complementação de conhecimento e levantamento de dados para construção do presente projeto.

Título	Autores	Instituição de publicação	Descrição
Controle e monitoramento de refrigeradores de hemocomponentes	Eriel Bernardo Albino	UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	Implementação de um sistema de controle e monitoramento de refrigeradores para uso com hemocomponentes em ambientes hospitalares. Publicado em 2022
Sistema para Automação do Monitoramento de Temperatura em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde	Jorge Ribeiro Cunha da Silva Adson Rocha Fabiano Soares	XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica	Avaliar a viabilidade de monitoramento remoto automatizado de temperatura em ambientes de saúde e geladeiras usadas para armazenar medicamentos e hemoderivados. Publicado em 2012.
Construção de protótipo de um dispositivo de Monitoramento de temperatura para refrigeradores Utilizados na conservação de insumos médico hospitalares	Juliana Gabriela Gois Magr, Maisa Custódio de Oliveira, Maira Custódio de Oliveira, Ana Cristina Mauricio Ferreira, Paulo Sergio Pereira Pinto, Wangner Barbosa da Costa	9ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu	O objetivo desse trabalho foi construir um protótipo de um dispositivo de monitoramento de temperatura que podem ser utilizados em refrigeradores empregados na conservação de insumos médico hospitalares. Publicado em 2020

O trabalho publicado no XXII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica foi desenvolvido com o intuito de avaliar a viabilidade de monitoramento remoto automatizado de temperatura em ambientes da saúde. No projeto foi usado um equipamento que permite o monitoramento de temperatura em ambientes controlado

e dentro de geladeiras. Os autores concluem que o monitoramento foi bem-sucedido e deixam registrado outras possibilidades de uso do equipamento nesse tipo de ambiente.

O projeto do autor Eriel Bernardo Albino consiste no monitoramento da temperatura de refrigeradores comuns, em que os dados coletados são enviados para um aplicativo, que faz o acompanhamento da temperatura interna do refrigerador e gera um alerta em caso de anormalidade. O sistema desenvolvido no trabalho atingiu os objetivos, nos testes realizados as temperaturas ficaram dentro dos parâmetros da norma. Para trabalhos futuros, o autor deixa escrito a oportunidade de usar os dados obtidos pelo protótipo para treinar um método de controle usando inteligência artificial.

Já o trabalho publicado na 9ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu possui o objetivo de construir um protótipo de um dispositivo de monitoramento de temperatura que podem ser utilizados em refrigeradores empregados na conservação de insumos médico hospitalares. Para construção do projeto, entre outros componentes, os autores utilizaram um microcontrolador ESP 32 e um sensor de temperatura DS18B20. Segundo os autores, dentre as vantagens em se utilizar esse tipo de dispositivo está a possibilidade de se empregar vários módulos de monitoramento associado a um mesmo servidor.

3 METODOLOGIA

A pesquisa a qual baseia-se o estudo foi desenvolvida acerca de uma base de dados gerada a partir do sistema de controle de um refrigerador inteligente que foi disponibilizado pela empresa Biotechno, localizada no município de Santa Rosa, no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no período de agosto a novembro de 2022.

O método de abordagem utilizado no presente trabalho é quantitativo, classificado como exploratório descritivo, por explorar novas formas de tornar mais prático e eficiente o processo de tratamento e análise dos dados gerados pelos sensores do dispositivo controlador de uma câmara para conservação de imunobiológicos, medicamentos, termolábeis e hemoderivados. Para a realização do projeto, foi utilizado o procedimento de pesquisa bibliográfica, por meio de consultas a diversas obras escritas sobre os assuntos, tornando possível a obtenção de conhecimento sobre eles. Já a etapa prática, se deu por meio da coleta, tratamento e análise de dados gerados pelo controlador da câmara de refrigeração.

Esse projeto traz uma forma de evolução na análise de dados obtidos pelo controlador da câmara citada anteriormente e com isso auxiliar nas tomadas de decisões que podem ser feitas pela área de engenharia da empresa, desta forma, possibilitando futuras alterações de parâmetros e equipamentos visando ganho de performance e custos.

As técnicas aplicadas foram de observação, na qual houve acompanhamento e análise sobre como é o funcionamento da câmara de refrigeração e como poderia ser aplicada a engenharia de dados no referido processo. Após isso, foi aplicada a técnica de testes e experimentos com os parâmetros, para posteriormente estruturar e analisar os dados disponibilizados.

A partir da abordagem e das técnicas, iniciou-se a pesquisa referente aos parâmetros que serão analisados, nesta etapa são definidas as variáveis, períodos de tempo de geração dos dados para cada configuração dos parâmetros e como será feita a coleta dos dados.

Na sequência, foi montada a planta da máquina em um ambiente de testes da empresa Biotecno, seguido da aplicação dos parâmetros definidos anteriormente, e com isso, a máquina foi ligada. A partir desta etapa, os dados começaram a ser salvos pelo controlador a cada minuto.

Após um período de 10 dias, os dados foram coletados e então se iniciou o processo de estruturação e análise deles, em sequência, foi disponibilizado para a área da engenharia da empresa os relatórios em Power BI, e com isso é possível ter uma visão mais detalhada do funcionamento da câmara de refrigeração, assim, estas análises servirão de base para decisões da área de engenharia da Biotecno.

Os dados coletados, estruturados e analisados são quantitativos e foram apresentados à empresa em forma de relatório.

4 RECURSOS NECESSÁRIOS

Para que o trabalho possa ser desenvolvido alguns recursos serão utilizados, dentre eles softwares para preparação, estruturação e análise de dados, e alguns equipamentos para instrução. Abaixo estão descritos os recursos que serão utilizados no trabalho.

- ✓ Computador
- ✓ Software para preparação de dados
- ✓ Software para análise de dados
- ✓ Manuais de instrução
- ✓ Folhas de papel, caneta e lápis
- ✓ Sistema de refrigeração inteligente (Acesso ao equipamento)

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADO

Durante o desenvolvimento do trabalho, diversas etapas foram realizadas para que pudessem ser estruturados e analisados os dados do sistema de controle de temperatura do refrigerador, nesta seção serão descritos os procedimentos e resultados que foram desenvolvidos durante a realização do projeto.

6.1 CÂMARA UTILIZADA

A câmara que foi utilizada para geração dos dados foi do modelo BT 1100/420. Este modelo é utilizado para conservação de vacinas, medicamentos e termolábeis, utilizando uma faixa de trabalho conservação de 2°C a 8°C. Esta câmara foi instalada no ambiente de testes da engenharia de controle e automação da empresa Biotecno na cidade de Santa Rosa – Rio Grande do Sul.

Figura 1 - Câmara BT 1100/420



Fonte – Biotecno, 2022

O modelo utilizado possui capacidade de armazenamento de 420 litros, tendo medidas externas de 198A X 75L X 70P (cm) e medidas internas de 132A X 60L X

56P (cm). A câmara possui porta em vidro triplo e vedação através de perfil magnético para um melhor isolamento térmico. O gabinete externo é construído em chapas de aço inoxidável escovado e montado sobre um chassi metálico e rodízios giratórios traváveis, o gabinete interno é construído totalmente em chapa de aço inoxidável, dotado de cinco prateleiras em aço inoxidável, com perfuração hermética e regulação de altura.

A homogeneização da temperatura é feita através de ventilador da unidade de ar forçado, com desligamento na abertura da porta. Já a refrigeração se dá por meio de compressor hermético, com circulação de gás ecológico R- 134 A isento de CFC, unidade evaporadora aletada tipo “ar forçado”. Sistema de degelo automático seco com evaporação do condensado.

A câmara utilizada possui o *software* de gerenciamento Sitrad, responsável pelo data-logger. O *software* permite avaliar, configurar e armazenar dados de temperatura e da energia elétrica, sendo possível gerenciar os parâmetros remotamente via *internet*, além de enviar mensagens de alerta para e-mails cadastrados caso alguma das variáveis não estejam de acordo com os padrões estabelecidos.

6.2 INSTRUMENTOS CONTROLADORES

A câmara utilizada para geração e coleta dos dados é equipada com um controlador de refrigeração do modelo Full Gauge TC-900E LOG. Neste dispositivo o controle de temperatura ambiente apresenta um ponto de ajuste normal e um ponto de ajuste econômico, além de congelamento rápido e funções de alarme que indicam que a porta está aberta.

Contém até dois pontos de entrada digital, um sensor de ativação de setpoint econômico que ativa com base na intensidade de luz e dois sensores principais, um para temperatura ambiente e outro que, fixado no evaporador, comanda o final do degelo e o retorno dos ventiladores. O controlador ainda permite a inclusão de um terceiro sensor, que pode ser utilizado para ativar o *setpoint* econômico, regular a temperatura no condensador ou operar um segundo evaporador.

Possui um relógio interno em tempo real para a criação de uma agenda de degelos para cada dia da semana e memória interna para armazenamento dos dados (*datalogger*), o que permite gravar a temperatura medida e o estado de saída de controle em intervalos determinados pelo usuário.

Figura 2 - Full Gauge TC-900E LOG



Fonte – <https://www.fullgauge.com.br/produto-tc-900e-log>, 2022

Para este estudo, foi configurado um segundo dispositivo, o Full Gauge EnergyLOG Plus é um dispositivo de medição e indicação da qualidade e utilização da energia elétrica, dotado de relógio de tempo real e memória interna que permite armazenar métricas da rede elétrica em períodos de tempo escolhidos pelo usuário. Usando o método de medição de tensão e corrente *True-RMS*, é possível determinar a potência ativa, reativa e visível, bem como o fator de potência e frequência da rede.

Com este instrumento é possível obter dados para analisar qual configuração de parâmetros do controlador TC-900E LOG é mais eficaz em questão de energia. O *datalogger* foi configurado para gravar as variáveis a cada um minuto, desta forma, quando os dados estiverem no software Power BI, é possível analisar as informações no mesmo período de tempo.

Figura 3 - Full Gauge Energylog Plus



Fonte – <https://www.fullgauge.com.br/produto-energylog-plus>, 2022

6.3 ESTRUTURA DOS DADOS

Os dados foram disponibilizados pela empresa Biotecno no formato xlsx (Excel). Ao todo foram enviados quatro arquivos, dois para cada configuração de parâmetros, dessa forma dois arquivos contêm dados de temperatura e acionamentos do motor e ventilação e outros dois arquivos possuem dados de energia.

O instrumento TC-900E Log, responsável pelo controle e os dados ligados à temperatura gera as seguintes variáveis: Data, temperatura ambiente, temperatura

evaporador, Saída REFR que nas configurações corresponde ao acionamento do motor, Saída FANS que sinaliza se o ventilador está ligado ou desligado no momento da gravação de log e Saída DEFR que não vamos utilizar nesse projeto.

As variáveis recebidas possuem os seguintes formatos originais: Data é um campo Data/Hora que registra o momento exato da gravação do log, nesse trabalho deixamos por padrão o registro a cada um minuto, a variável Ambiente é do tipo decimal e registra a temperatura que está a câmara. O campo Evaporador é decimal e registra a temperatura no evaporador, as variáveis Saída REFR e Saída FANS são do tipo texto e retornam as palavras “Ligado” ou “Desligado”.

Figura 4 - Formato dos dados recebidos (Temperatura)

	A	B	C	D	E	
1	Instrumento:	TC-900E Log [011]				
2	Endereço:	11				
3	Conversor:	Conversor USB				
4	Data	Ambiente	Evaporador	Saída REFR	Saída FANS	Saída DEFR
5	11/11/2022 14:02:03	3,40	4,20	Desligado	Ligado	Desligado
6	11/11/2022 14:03:03	3,50	5,00	Desligado	Desligado	Desligado
7	11/11/2022 14:13:03	4,90	9,70	Desligado	Desligado	Desligado
8	11/11/2022 14:13:12	5,00	9,80	Ligado	Desligado	Desligado
9	11/11/2022 14:14:03	5,10	3,90	Ligado	Ligado	Desligado
10	11/11/2022 14:19:34	4,00	-11,60	Desligado	Ligado	Desligado
11	11/11/2022 14:20:34	3,60	-6,00	Desligado	Desligado	Desligado
12	11/11/2022 14:21:19	3,60	-5,70	Desligado	Desligado	Desligado
13	11/11/2022 14:22:01	3,40	-2,90	Desligado	Desligado	Desligado

Fonte – Próprio Autor, 2022

Os dados relacionados à energia são disponibilizados pelo dispositivo EnergyLOG Plus e o arquivo é gerado com as seguintes variáveis: Data, Tensão, Corrente, Potência Aparente, Potência Ativa, Potência Reativa, Fator de Potência, Energia Aparente, Energia Ativa, Frequência da Rede. Com exceção do campo Data que é do tipo Data/Hora, todas as outras variáveis são do tipo numérico decimal.

Figura 5 - Formato dos dados recebidos (Energia)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Instrumento:	EnergyLOG plus [001]								
2	Endereço:	1								
3	Conversor:	Conversor USB								
4	Data	Tensão	Corrente	Potência Aparente	Potência Ativa	Potência Reativa	Fator de Potência	Energia Aparente	Energia Ativa	Frequência da Rede
5	11/11/2022 14:21:16	207,00	0,08	37,51	37,51	0,01	0,88	26,05	19,73	59,90
6	11/11/2022 14:22:01	208,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	59,90
7	11/11/2022 14:23:01	209,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	59,90
8	11/11/2022 14:24:01	207,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	59,90
9	11/11/2022 14:25:01	206,00	0,13	37,57	37,57	0,01	1,00	0,42	0,39	59,90
10	11/11/2022 14:26:01	207,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,56	0,52	59,90
11	11/11/2022 14:27:01	208,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,56	0,52	59,90
12	11/11/2022 14:28:01	208,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,58	0,53	59,90
13	11/11/2022 14:29:01	207,00	0,15	37,57	37,57	0,01	0,86	1,04	0,95	59,90
14	11/11/2022 14:30:01	208,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,15	1,05	59,90
15	11/11/2022 14:31:01	208,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,15	1,05	59,90
16	11/11/2022 14:32:01	209,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,17	1,06	59,90
17	11/11/2022 14:33:01	206,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,17	1,06	59,90
18	11/11/2022 14:34:01	207,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,17	1,06	59,90

Fonte – Próprio Autor, 2022

O *software* Power BI possui opção de conexão com arquivos de formato xlsx, com isso não foi necessário converter os arquivos para outro formato e o tratamento dos dados foi feito diretamente na ferramenta de *business intelligence* da Microsoft. Primeiro, foram criadas colunas novas utilizando a linguagem M que é a linguagem padrão do editor do Power Query do Power BI. As primeiras colunas criadas foram “acionamento_motor” e “acionamento_ventilacao”, o objetivo foi transformar as variáveis do tipo texto “Saída REFR” e “Saída FANS” em campos de número inteiro 0 (desligado) e 1 (ligado), essa alteração é importante para geração dos gráficos na análise dos dados.

Figura 6 - Tratamento dos dados

ABC Saída REFR	ABC 123 acionamento_motor	ABC Saída FANS	ABC 123 acionamento_ventilacao
Desligado	0	Ligado	1
Desligado	0	Desligado	0
Desligado	0	Desligado	0
Ligado	1	Desligado	0
Ligado	1	Ligado	1
Desligado	0	Ligado	1
Desligado	0	Desligado	0
Desligado	0	Desligado	0
Desligado	0	Desligado	0
Desligado	0	Desligado	0
Desligado	0	Ligado	1
Desligado	0	Desligado	0

Fonte – Próprio Autor, 2022

Além das bases de dados recebidas, foram criadas outras duas tabelas, uma tabela de calendário que foi chamada de “dim_calendario” e uma tabela de horários, chamada “dim_horarios”. O objetivo dessas tabelas é relacioná-las com as bases de dados recebida, com esse relacionamento é possível aplicar filtros ao relatório, fazendo com que a análise seja dinâmica.

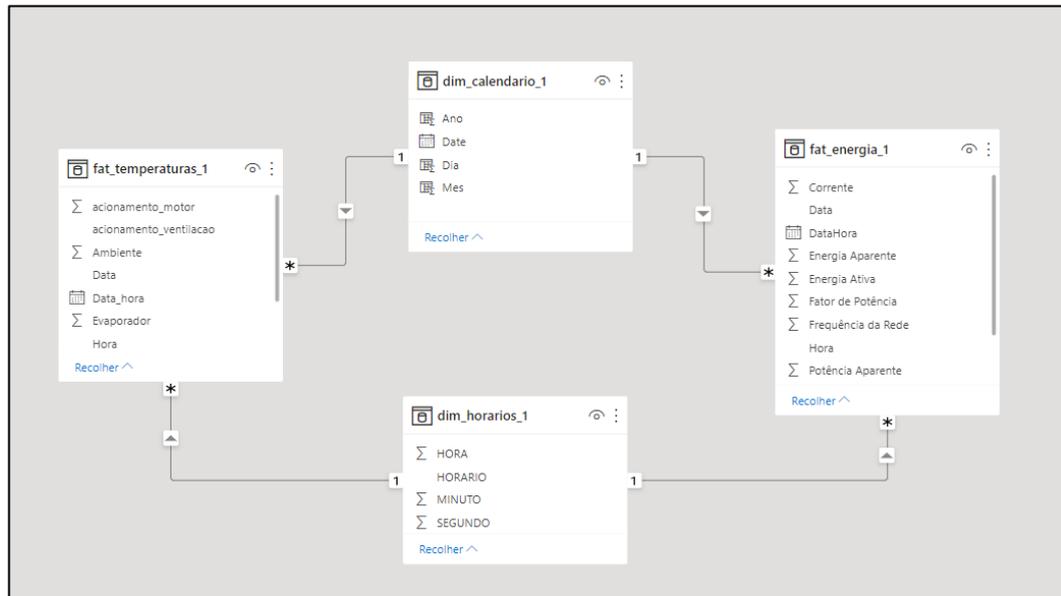
A tabela “dim_calendario” possui os seguintes campos: Date, Ano, Mes e Dia. A coluna “Date” é do tipo data e contém as datas em que foram feitos os testes, os campos Ano, Mes e Dia se referem ao ano, mês e dia da respectiva data, com isso é possível usar esses campos para filtrar os dados.

Já a “dim_horarios” possui dados de cada segundo do dia, ou seja, essa tabela começa no horário 00:00:00 e vai até 23:59:59. Além do campo “HORARIO” a tabela possui outros três campos: “HORA”, “MINUTO” e “SEGUNDO” que correspondem à hora, minuto e segundo do respectivo horário. Essa tabela é importante para que no

relatório o usuário consiga analisar horários específicos em que a câmara estava em funcionamento.

A Figura 7 ilustra como ficou o relacionamento das tabelas apresentadas anteriormente.

Figura 7 - Relacionamento das tabelas



Fonte – Próprio Autor, 2022

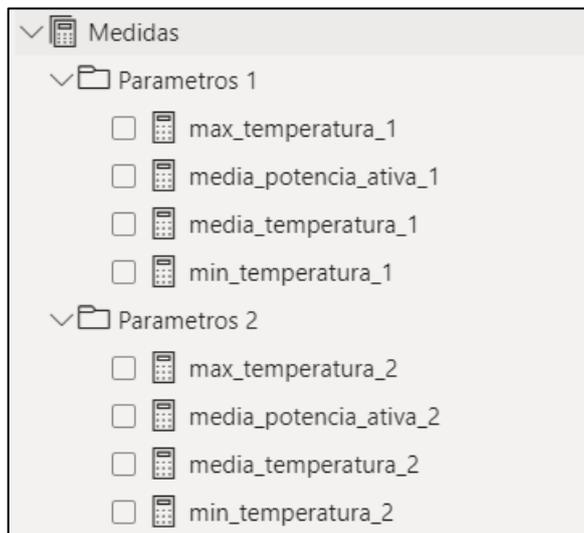
6.4 ANÁLISE DOS DADOS

A área de engenharia de controle e automação da Biotecno disponibilizou dados com duas configurações de parâmetros diferentes, para a primeira configuração o parâmetro setpoint foi definido como 4 °C e o parâmetro histerese foi ajustado para 1 °C, isso significa que o objetivo do controlador é manter a temperatura em 4 °C e que assim que a temperatura atingir 5 °C acontece o acionamento do motor. Assim que a temperatura retornar para 4 °C o motor é desligado. Os dados desta primeira configuração foram gerados das 14 horas do dia 11 de novembro de 2022 até as 15 horas do dia 14 de novembro de 2022.

A segunda configuração manteve o setpoint em 4 °C e o parâmetro histerese sofreu uma alteração para 2 °C, isso significa que o objetivo do controlador é manter a temperatura próxima dos 4 °C, mas que o motor só será acionado quando a temperatura atingir os 6 °C. Para esta segunda configuração os dados disponibilizados foram gerados da primeira hora do dia 15 de novembro de 2022 até as 8 horas do dia 22 de novembro de 2022.

Para a análise dos dados, foi utilizado o *software* Power BI Desktop, essa ferramenta de *Business Intelligence* permite que o usuário desenvolva medidas, que são cálculos usando as tabelas e os dados. Para o presente estudo, foi necessário a criação de oito medidas, quatro para cada configuração de parâmetros, sendo elas: “max_temperatura” para retornar o valor máximo de temperatura registrado no período, “media_temperatura” para retornar o valor médio de temperatura, “min_temperatura” para trazer a menor temperatura registrada e “media_potencia_ativa” que tem o objetivo de retornar o valor médio de potência ativa gerada.

Figura 8 - Medidas desenvolvidas

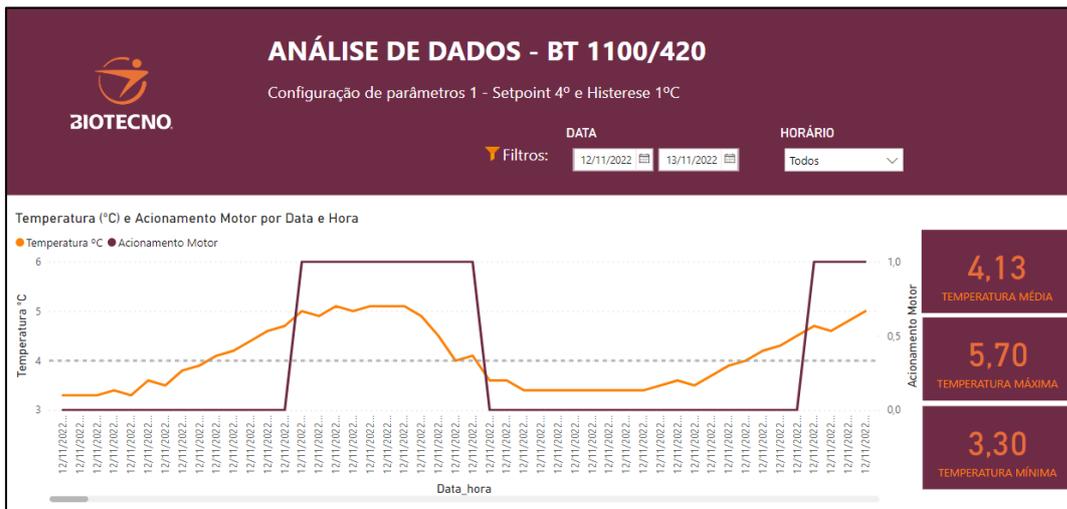


Fonte – Próprio Autor, 2022

Para uma melhor experiência de quem vai utilizar o *dashboard*, foi desenvolvido utilizando o logo e as cores da Biotecno. O foco do relatório é que seja de fácil uso e possibilite analisar dados em diferentes períodos e com a maior granularidade possível. Para isso foram criadas duas páginas, uma contendo gráficos e números da primeira configuração de parâmetros e outra englobando a segunda configuração.

Com o intuito do usuário escolher o período a ser explorado, foi adicionado dois filtros ao relatório, um com a data e o outro com o horário. O campo da data apresentará um calendário para o usuário selecionar duas datas, uma de início e outra de término, as datas disponíveis serão as datas em que os dados foram gerados para cada configuração. Já o filtro de horário permitirá ao analista selecionar a hora e o minuto que deseja explorar. O relatório é totalmente interativo com estes dois filtros, os cálculos das medidas são feitos automaticamente conforme o usuário altere estes campos. A Figura 9 apresenta o *layout* do *dashboard*.

Figura 9 - Layout do dashboard

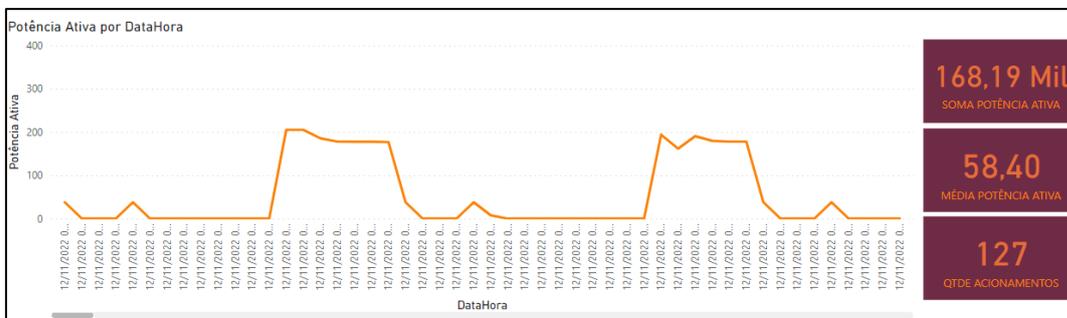


Fonte – Próprio Autor, 2022

O cabeçalho do *dashborad* contém o modelo de câmara utilizado no estudo, a configuração de parâmetros e os filtros. O comportamento da temperatura (linha laranja) e do acionamento do motor (linha vermelha) pode ser observado e analisado no primeiro gráfico apresentado (Figura 9), a linha pontilhada cinza representa o *setpoint* e por isso é contínua em 4 °C. Ao lado do gráfico é apresentado três *cards* com as informações de temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima registrada pelo controlador no período selecionado.

Para as informações referentes à potência ativa gerada, foi atribuído um segundo gráfico e outros três *cards*. O gráfico mostra, com a linha de cor laranja, o comportamento da potência ativa por data e hora. Os *cards* trazem a soma da potência ativa, a potência ativa média e a quantidade de acionamentos do motor que foi registrada no período selecionado pelo usuário.

Figura 10 - Informações referentes à potência ativa



Fonte – Próprio Autor, 2022

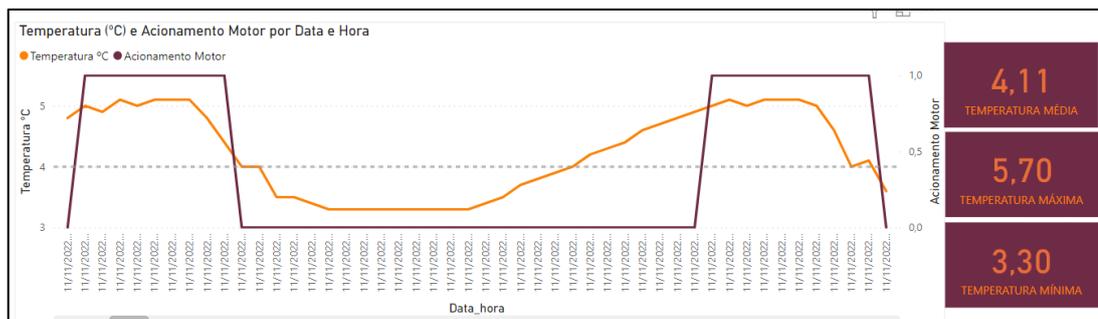
Foi aplicado o mesmo *layout* para a primeira e a segunda página, a única diferença está na descrição dos parâmetros utilizados.

6.5 RESULTADOS

Após a etapa de análise, é possível extrair informações importantes dos dados. As configurações de parâmetros apresentam resultados distintos, com pontos positivos e pontos negativos em ambos os testes, que servirão de apoio para o setor de engenharia de controle e automação da Biotechno tomar futuras decisões.

A primeira configuração, com a histerese em 1 °C apresenta uma média de temperatura de 4,11 °C, sendo a máxima temperatura registrada de 5,70 °C e a mínima de 3,30 °C. Quando a temperatura atinge 5 °C é feito o acionamento do motor e ele fica ligado por aproximadamente 7 minutos, até que a temperatura consiga atingir o *setpoint* de 4 °C, após isso, o motor é desligado e se mantém assim por um período médio de 11 minutos. A Figura 11 ilustra as informações descritas.

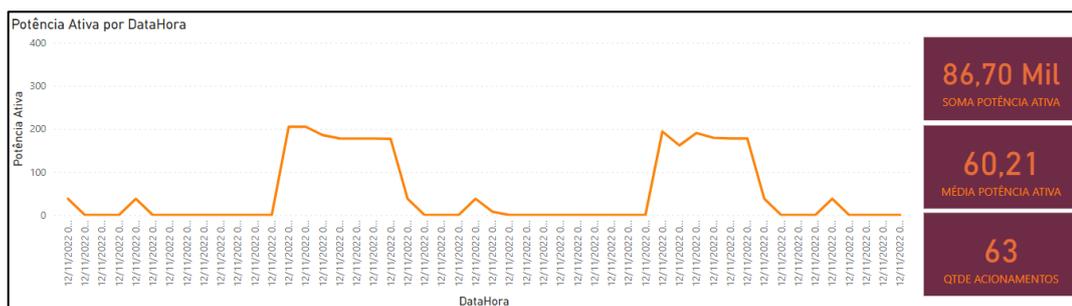
Figura 11 - Temperatura e acionamentos da configuração 1



Fonte – Próprio Autor, 2022

Analisando os dados de potência, podemos obter a informação de que o sistema gera (consome) em torno de 86.700 Watts em 24 horas de operação, tendo como média 60,21 Watts nesse período. Outra importante informação é a quantidade de acionamentos, no mesmo período de 24 horas o controlador acionou o motor 63 vezes. O gráfico da Figura 12 apresenta, em linha laranja, o comportamento que o dispositivo Energylog registrou a cada minuto, os card ao lado do gráfico trazem as informações descritas anteriormente.

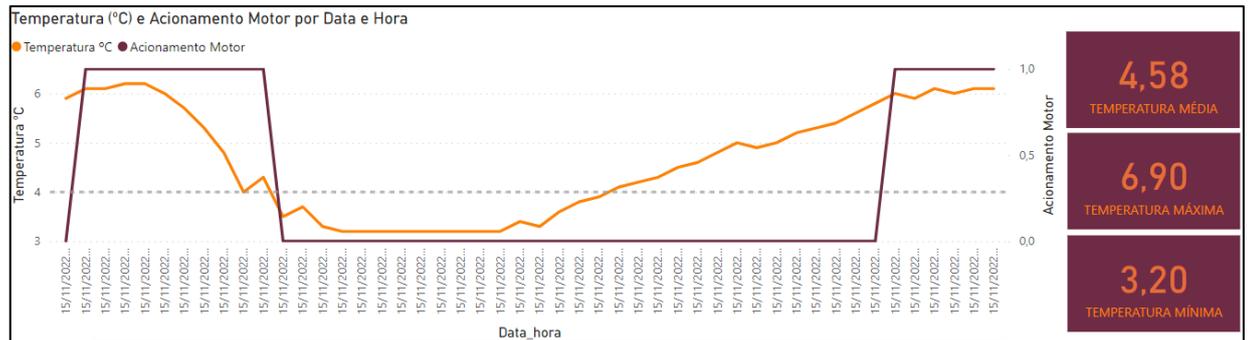
Figura 12 - Potência Ativa configuração 1



Fonte – Próprio Autor, 2022

Analisando o cenário da segunda configuração de parâmetros, com a histerese em 2 °C, foi obtido uma temperatura média de 4,58 °C, temperatura máxima de 6,90 °C e mínima de 3,20 °C. Sendo assim, o controlador só vai fazer o acionamento do motor quando a temperatura atingir os 6 °C, o motor se mantém ligado em média por 9 minutos, até o *setpoint* de 4 °C ser conquistado, após isso, o motor se mantém desligado por aproximadamente 14 minutos, até chegar novamente nos 6 °C.

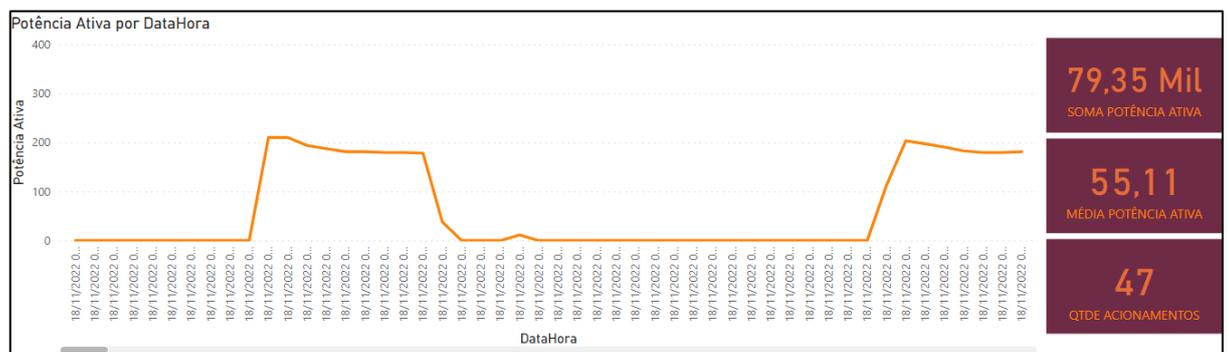
Figura 13 - Temperatura e acionamentos da configuração 2



Fonte – Próprio Autor, 2022

Para os dados de potência, é possível afirmar que em um período de 24 horas o sistema consumiu 79.35 Watts de potência ativa, com uma média de 55,11 Watts. O resultado registrado da quantidade de acionamentos do motor é de 47 no período de 24 horas.

Figura 14 - Potência Ativa configuração 2

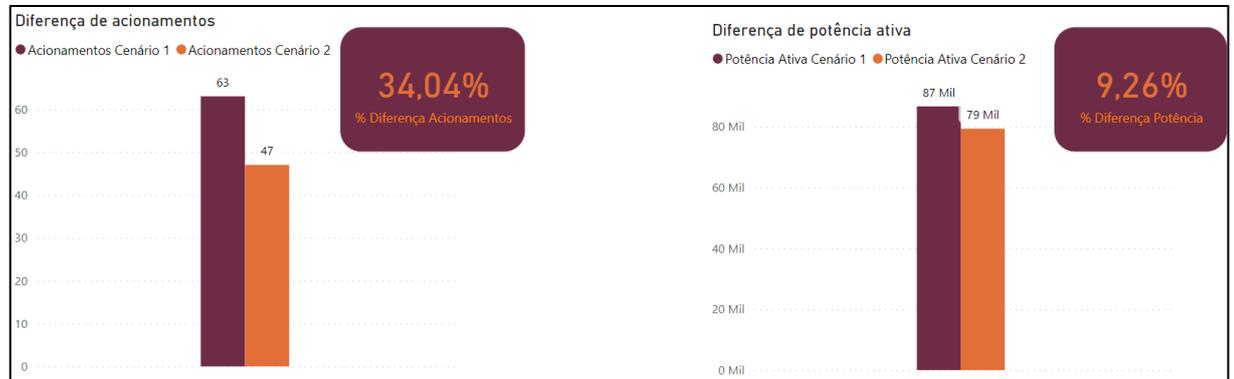


Fonte – Próprio Autor, 2022

Com estes dados chegamos à conclusão de que o primeiro cenário apresenta uma média de temperatura mais próxima dos 4 °C, porém, essa configuração da histerese em 1 °C consome 9,26% mais energia e necessita de uma quantidade maior de acionamentos do motor (cerca de 34%), o que pode prejudicar a vida útil do sistema. A segunda configuração, em relação à média de temperatura, não fica tão próxima dos 4 °C quanto a primeira, mas acaba consumindo menos energia e diminui

a quantidade de acionamentos do motor, quando comparada ao primeiro cenário. A figura 15 ilustra em gráficos os dados citados anteriormente.

Figura 15 - Diferença entre os cenários



Fonte – Próprio Autor, 2022

A alteração dos parâmetros é relativamente simples de ser feita, visto que o instrumento Full Gauge TC-900E LOG possui a função para configuração do parâmetro histerese. Assim, os dados podem ser apresentados para o cliente, e ele pode optar entre manter a temperatura em um intervalo menor consumindo mais energia e diminuindo a vida útil do equipamento ou permitir uma amplitude de temperatura interna mais elevada mas que consome 9% menos energia e necessita 34% menos acionamentos, o que possivelmente eleva o tempo de uso do dispositivo.

CONCLUSÃO

O trabalho teve como objetivo implementar engenharia e análise de dados em uma câmara para conservação de vacinas, medicamentos e termolábeis, com foco específico em auxiliar a área de engenharia de controle e automação da empresa Biotecno à tomar futuras decisões na configuração e implementação de parâmetros dos dispositivos fabricados e vendidos.

Os dados foram disponibilizados pela empresa Biotecno em formato “.xlsx”, a coleta das informações foi realizada por meio de dois dispositivos controladores da marca Full Gauge: o TC-900 Log e o Energy Log Plus. Neste mesmo formato de arquivo citado anteriormente, os dados foram importados no *software* Power BI Desktop para que fossem devidamente tratados e complementados com novos campos e medidas, ademais, a análise também foi realizada no Power BI.

A referida análise foi feita em uma câmara situada em um ambiente controlado pela empresa e com capacidade de armazenamento de 420 litros. Este dispositivo, escolhido pelos engenheiros da empresa, deve trabalhar na faixa de 2° C até 8° C, com a temperatura ideal sendo 4° C. O modelo da máquina foi escolhido pela empresa por ser o mais fabricado e comercializado, porém a análise pode ser aplicada também na configuração de outros modelos da empresa.

Dessa forma, analisando o desenvolvimento do trabalho, é possível afirmar que os objetivos foram alcançados, uma vez que foi possível obter, tratar e analisar dados gerados por um refrigerador inteligente, e assim disponibilizar um relatório para que a engenharia de controle e automação da empresa Biotecno possa tomar futuras decisões.

Com base nas informações e nos resultados obtidos, comprova-se que a implementação de análise dos dados de temperatura interna e potência ativa são uma forma eficiente de contribuir para futuras tomadas de decisões da área de engenharia de controle e automação empresa, a fim de se obter uma otimização no consumo de energia e uma vida útil maior de seus equipamentos nos próximos projetos.

Os dados e informações apresentadas neste trabalho, podem ser utilizados para novos estudos e pesquisas envolvendo o sistema de controle das câmaras de conservação, assim, uma ideia para trabalhos futuros é aplicar uma coleta de dados de temperatura e energia por um longo período, com o objetivo de identificar padrões de consumo envolvendo as baterias dos refrigeradores. Esses dados poderiam ser

preparados e aplicados em um modelo de Inteligência Artificial, visando a obtenção de um controle preditivo para as câmaras.

REFERÊNCIAS

ALBINO, E. B. **Controle e monitoramento de refrigeradores de hemocomponentes**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Santa Catarina, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/233259>. Acesso em: 16 nov. 2022.

BARBIERI, Carlos. **Governança de dados**. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2020. E-book. ISBN 9788550815435. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788550815435/>. Acesso em: 10 out. 2022.

BERNARDO, P. C. **Padrões de testes automatizados**. Tese de doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-02042012-120707/publico/TestesAutomatizados_. Acesso em: 27 out. 2022.

BRITO, Fábio. **Sensores e atuadores** 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. E-book. ISBN 9788536531953. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531953/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

CARVALHO, R. B. **Tecnologia da informação aplicada à gestão do conhecimento**. Belo Horizonte: Editora Arte, 2003.

CASTRUCCI, Plínio de L.; BITTAR, Anselmo; SALES, Roberto M. **Controle Automático**, 2ª edição. Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788521635628. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521635628/>. Acesso em: 02 nov. 2022.

GIRARDI, Greicy 2020. **Gestão de energia: o que é e como fazer**. [Online] Disponível em: <<https://www.way2.com.br/blog/gestao-de-energia/>> Acesso em: 09 nov. 2022.

HORSTMANN, Cay. **Conceitos de Computação com Java**. Porto Alegre: Editora Grupo A, 2009. E-book. ISBN 9788577804078. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577804078/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

KEPLER, João 2021. **Como transformar informação em conhecimento?** [Online] Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vozes/nova-economia-com-joao-kepler/como-transformar-informacao-em-conhecimento/>> Acesso em: 09 nov. 2022

MARTINS, Leandro. **Curso Profissional de Hardware**. ed. Universo dos Livros, 2007. ISBN 85-60480-02-1. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Curso_Profissional_de_Hardware/2U4Hgx2PctEC?hl=pt-BR&gbpv=1: Acesso em: 23 out. 2022.

MICROSOFT, 2022. **O que é Power BI?** [Online] Disponível em: <<https://learn.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>> Acesso em: 09 ago. 2022.

LE COADIC, Yves François. **A ciência da informação**. ed. Briquet de Lemos, 1996. ISBN 85-85637-08-0. Disponível em: <https://bibliotextos.files.wordpress.com/2012/07/a-cic3aancia-da-informac3a7c3a3o-le-coadic.pdf>: Acesso em: 20 out. 2022.

MAGRI, Juliana G. G.; OLIVEIRA, Maisa C.; OLIVEIRA, Maira C.; Ferreira, Ana C. M.; PINTO, Paulo S. P.; COSTA, Wangner, B. **Construção de protótipo de um dispositivo de monitoramento de temperatura para refrigeradores utilizados na conservação de insumos médico hospitalares**. 9ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatum, 2020. Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IXJTC/IXJTC/paper/viewFile/2365/2881>> Acesso em: 15 nov. 2022.

PERILLO, Frederico 2021. **Gestão por indicadores no setor elétrico: os dados devem ser a solução, não o problema**. [Online] Disponível em: <<https://www.way2.com.br/blog/gestao-por-indicadores/>> Acesso em: 11 nov. 2022

ROCHA, Adson; SOARES, Fabiano; DA SILVA, Jorge R. C. **Sistema para Automação do Monitoramento de Temperatura em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fabiano-Soares-7/publication/296705513_Sistema_para_Automacao_do_Monitoramento_de_Temperatura_em_Estabelecimentos_Assistenciais_de_Saude/links/56d9d77608aeb4638bb9a60/Sistema-para-Automacao-do-Monitoramento-de-Temperatura-em-Estabelecimentos-Assistenciais-de-Saude.pdf> Acesso em: 16 nov. 2022.

SOMASUNDARAM, G; SHRIVASTAVA, Alok. **Armazenamento e gerenciamento de informações**. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. ISBN 978-85-7780-764-2. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788577807642/pageid/0>. Acesso em: 15 out. 2022.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga D. **Sensores industriais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536533247. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533247/>. Acesso em: 13 out. 2022.