

SÃO PAULO TECH SCHOOL – SPTECH

BEATRIZ LEANDRO AUGUSTO – RA: 04252034

GABRIEL SENNA DOS SANTOS – RA: 04252048

LUIZ VITTOR MARQUES RIBEIRO – RA: 04252024

MATHEUS RODRIGUES BARROS – RA: 04252000

NICOLAS SILVA COUTO – RA: 04252067

RAFAEL BARBOSA DE CARVALHO – RA: 042520

**SENSORES DE TEMPERATURA PARA MONITORAMENTO DE FRIGORÍFICOS
CRYOTECH**

SÃO PAULO

2025

SENSORES DE TEMPERATURA PARA MONITORAMENTO DE FRIGORÍFICOS

SÃO PAULO

SUMÁRIO

SENSOR DE TEMPERATURA PARA MONITORAMENTO DE FRIGORÍFICOS	4
<u>Contextualização</u>	<u>4</u>
<u>Objetivo</u>	<u>7</u>
<u>Justificativa</u>	<u>8</u>
<u>Escopo</u>	<u>10</u>
<u>Descrição do Projeto</u>	<u>10</u>
<u>Resultado Esperado</u>	<u>10</u>
<u>Requisitos do Projeto</u>	<u>10</u>
<u>Limite e Exclusões</u>	<u>10</u>
<u>Macro-Cronograma</u>	<u>11</u>
<u>Recursos Necessário</u>	<u>11</u>
<u>Riscos e Restrições</u>	<u>11</u>
<u>Partes Interessadas (Stakeholders)</u>	<u>12</u>
<u>Premissas</u>	<u>12</u>
<u>Restrições</u>	<u>12</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>13</u>

SENSORES DE TEMPERATURA PARA MONITORAMENTO DE FRIGORÍFICOS

Contextualização

A prática do armazenamento de alimentos perecíveis vem de antes da invenção de tecnologias como as geladeiras, a preservação adequada era crucial para garantir a disponibilidade de comida durante as estações mais adversas e evitar o desperdício. Alguns dos principais métodos usados para evitar desperdício e garantir comida até nos períodos mais difíceis eram:

Desidratação: Uma das técnicas mais antigas e amplamente utilizadas era a secagem dos alimentos. A retirada da água ajudava a aumentar a durabilidade de diversos produtos. Frutas, legumes e carnes eram colocados ao sol ou submetidos a calor, acelerando o processo de desidratação. Essa prática era especialmente frequente em regiões com clima quente e seco, onde a luz solar funcionava como uma fonte natural de calor.

Salga: Os alimentos recebiam uma quantidade generosa de sal, o que impedia a proliferação de bactérias e retardava o processo de deterioração. A carne, por exemplo, era salgada e frequentemente pendurada para secar, permitindo sua conservação por um período mais longo. O sal também era usado para conservar peixes, vegetais e até alguns tipos de queijos.

Fermentação: A fermentação consistia em outra técnica bastante utilizada para conservar alimentos. Ao adicionar microrganismos benéficos a produtos como vegetais, laticínios e bebidas, era possível aumentar sua durabilidade. Alimentos fermentados, como picles, chucrute e kimchi, continuam sendo apreciados até hoje. Além de preservar os alimentos, a fermentação também conferia sabores distintos e característicos.

Com a criação da geladeira, no final do século XIX, a forma de conservar alimentos foi totalmente transformada. A refrigeração moderna possibilitou que produtos perecíveis fossem armazenados por mais tempo, reduziu o desperdício e ampliou a variedade de alimentos disponíveis. O controle preciso de temperatura passou a ser um fator essencial para prolongar a vida útil de carnes, aves e pescados de maneira prática e segura.

Nos dias atuais, o armazenamento adequado desses alimentos é indispensável. O pescado, por exemplo, é uma excelente fonte de nutrientes, mas se deteriora rapidamente se não for mantido sob refrigeração entre 0°C e 5°C ou congelado a -18°C, conforme estabelece a Instrução Normativa GM/MAPA 21/2017. Já a carne bovina deve ser armazenada em temperaturas próximas a 0°C a 2°C para resfriamento, ou também congelada a -18°C para garantir maior durabilidade. O frango, por sua vez, exige ainda mais rigor no controle da cadeia do frio devido à sua maior vulnerabilidade à contaminação bacteriana, sendo necessário congelamento rápido e manutenção constante em ambientes refrigerados.

No Brasil, a Resolução RDC nº 216/04 da Anvisa estabelece normas para manipulação, armazenamento e conservação de alimentos em estabelecimentos que lidam

com produção e comercialização. Para apoiar o cumprimento dessas exigências, a Anvisa disponibilizou uma cartilha explicativa que detalha boas práticas de forma acessível. O atendimento a essas normas é fundamental para preservar a qualidade de carnes, aves e pescados, evitar desperdícios e garantir a segurança alimentar da população.

O mercado global de carnes resfriadas e congeladas foi avaliado em US\$710,42 bilhões em 2023. A projeção é de que o mercado cresça para US\$1.259,84 bilhões até 2032, com um CAGR(Compound Annual Growth Rate) de 6,68% durante o período previsto. Inovações na logística da cadeia fria estão aprimorando a distribuição e o armazenamento de carne congelada, garantindo que os produtos mantenham sua qualidade desde a produção até o consumo. A tecnologia de refrigeração aprimorada permite que os QSRs armazenem e utilizem produtos congelados de forma eficaz, impulsionando ainda mais o mercado. (fortunebusinessinsights)

Ao longo de toda a cadeia produtiva (abate, processamento, transporte, estocagem em câmaras frias e distribuição até os pontos de venda) a manutenção da temperatura é indispensável. Qualquer falha nesse processo acelera a decomposição bacteriana, reduz a qualidade causando perda de umidade, desnaturação de proteínas, oxidação de lipídios e proteínas, cor, pH, força de cisalhamento e deterioração microbiana(agris), o que gera prejuízos econômicos e coloca em risco a saúde do consumidor.

Alguns levantamentos do mercado mostram que o índice de perdas dos supermercados pode afetar 2,3% do seu faturamento. Do total das perdas de produtos, cerca de 4% estão associadas à refrigeração, ou seja, têm relação com a temperatura de armazenamento de carnes, peixes e outros alimentos perecíveis(SyOs). Isso demonstra que a falta de controle efetivo na temperatura de alimentos refrigerados causa impactos significativos para o setor.

Tendo em vista esses fatores gerais do armazenamento, é importante destacar com mais profundidade o caso específico da indústria da carne, que exige atenção redobrada em relação ao controle térmico para garantir a segurança alimentar e a qualidade do produto final.

A indústria da carne deve seguir uma série de regras para garantir a conservação dos produtos em todas as etapas. Isso inclui preservar a temperatura ideal desde o momento do abate, durante o transporte e armazenamento, até chegar ao consumidor final. O controle de temperatura é essencial para prevenir a proliferação de microrganismos responsáveis pela decomposição e por riscos à saúde, além de preservar características de sabor e maciez.

Um conceito-chave nesse processo é a “zona de perigo”, compreendida entre 5°C e 59°C, na qual bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* se multiplicam rapidamente, acelerando o perecimento e elevando os riscos de intoxicação alimentar. Além disso, a carne é altamente suscetível ao ataque de microrganismos decompositores, reforçando a necessidade de controle rigoroso da cadeia do frio.

Outro ponto crítico é a qualidade do produto: resfriamentos inadequados podem comprometer a textura da carne, como ocorre no “encurtamento do congelamento”, responsável por deixá-la mais rígida.

Objetivo

O projeto tem como objetivo desenvolver e implementar um sistema de monitoramento de frigoríficos especializados na preservação das carnes, utilizando sensores de temperatura integrados ao Arduino, de baixo custo e acessível, capaz de emitir alertas automáticos e identificar riscos potenciais para a preservação do alimento, reduzindo perdas. Além de apenas monitorar, nossa proposta busca auxiliar o cliente a garantir uma tomada de decisão mais eficiente e assertiva sobre o cuidado com a preservação da carne refrigerada, demonstrando a viabilidade de soluções tecnológicas acessíveis que podem ser aplicadas em pequenas, médias e grandes empresas do setor.

O sistema visa evitar perdas por deterioração, reduzir a proliferação de microrganismos, preservar a textura e o sabor da carne, manter o padrão de qualidade exigido para consumo e contribuir para práticas mais sustentáveis, reduzindo impactos ambientais relacionados ao descarte impróprio. Dessa forma, o projeto pretende unir tecnologia, sustentabilidade e segurança alimentar, oferecendo uma solução inovadora e acessível para fortalecer a preservação alimentícia de carnes e garantir excelência na experiência do cliente.

Justificativa

A adoção de um sistema automatizado de monitoramento da temperatura é essencial para garantir a qualidade de todas as carnes, alimentos altamente perecíveis e sensíveis a variações térmicas. Pequenas falhas no resfriamento podem comprometer rapidamente a segurança e reduzir a vida útil dos produtos. Estudos indicam que manter carnes na temperatura correta prolonga significativamente seu tempo de conservação, evitando perdas diretas (FAO, 2019).

Esse controle não é apenas uma questão de boas práticas, mas também de economia. Descartes por falhas de resfriamento geram prejuízos elevados, enquanto o monitoramento contínuo permite ações preventivas, reduz desperdícios, aumenta o tempo de comercialização e minimiza riscos de multas sanitárias, tornando esse controle crucial para a margem de lucro.

Além disso, a transparência no armazenamento reforça a confiança do consumidor, fortalece a reputação da empresa e aumenta a competitividade no mercado. Para o cliente, isso significa maior lucratividade: menos desperdício, melhor aproveitamento dos lotes e redução de custos com reposição, garantindo segurança alimentar e proteção financeira.

as carnes, alimentos altamente perecíveis e sensíveis a variações térmicas. Pequenas falhas no resfriamento podem comprometer rapidamente a segurança e reduzir a vida útil dos produtos. Estudos indicam que manter carnes na temperatura correta prolonga significativamente seu tempo de conservação, evitando perdas diretas (FAO, 2019).

O projeto vai diminuir em até 85% as perdas de recursos ao decorrer do ano com uma projeção de pelo menos 3 meses para a adaptação tendo nesse tempo uma porcentagem média de 60-70%.

Escopo

Descrição do Projeto

Será desenvolvido um sistema web integrado a um Arduino Uno R3 com o sensor de temperatura (LM35). Os dados serão captados e tratados, sendo enviados pela api data-aquino para um banco de dados que está dentro de uma máquina virtual Lubuntu, com o objetivo de monitorar a temperatura de câmaras frias. O sistema permitirá que usuários (responsáveis pelo armazenamento de carnes) acessem um dashboard intuitivo com os dados centralizados, onde poderão visualizar gráficos, indicadores e registros históricos das medições realizadas, garantindo a qualidade e auxiliando na tomada de decisões estratégicas.

Resultado Esperado

- Integração entre sensores e banco de dados através de nossa aplicação.
- Exibir os dados coletados em forma de dashboard.
- Monitoramento em tempo real da temperatura do(s) frigorífico(s).
- Redução de falhas por processos manuais.
- Redução de perdas de produtos por evitar a deterioração.
- Melhorar a imagem da empresa e a confiabilidade com os clientes.
- Padronizar a qualidade dos produtos através do controle da temperatura.
- Armazenar os dados e históricos de coleta no banco de dados MySQL Server.

- Enviar um alerta em casos de mudanças drásticas na temperatura do local.
- Redução de desperdícios e perdas, contribuindo para sustentabilidade.

Requisitos do Projeto

CryoTech - BACKLOG		
Requisito	Descrição	Classificação
Recuperação de senha	Autonomia pro usuário recuperar sua senha caso necessário.	Importante
Tela de solicitação de suporte/contato(Fale conosco)	Formulário de contato ou canal direto com a empresa.	Importante
Manutenção de cadastro de pessoas jurídicas	Possibilidade de cadastro de fazendas, cooperativas ou empresas clientes.	Importante
Acabamento do site em CSS	Parte estética do site será feita em CSS.	Importante
DesignSystem	Criação de identidade visual e afins.	Importante
Site institucional	Site onde o cliente será recebido e apresentado a nossa missão e serviço.	Essencial
Tela de cadastro(Primeiro acesso)	Tela para criação de conta do cliente, e cadastro de suas informações.	Essencial
Tela de login (Acesso ao DashBoard)	Tela de acesso do cliente para seu DashBoard com segurança.	Essencial
Calculadora financeira	Calculadora para comparação financeira do antes, e depois da contratação da empresa.	Essencial
Dashboard de monitoramento	Tela para exibição gráficos, tabelas e alertas em tempo real sobre a umidade do solo.	Essencial
Git para versionamento	criar git para versionamento e modificação do projeto .	Essencial
Estruturação do site em HTML	Estrutura do site deve ser feita usando a linguagem de marcação de texto HTML.	Essencial
Funcionalidades em JavaScript	Funções do site devem ser feitas usando JavaScript.	Essencial
Sensor umidade do solo	Sensor que informará a porcentagem de umidade do solo	Essencial
Banco de dados de cadastro dos clientes	Banco de dados para armazenamento do cadastro dos clientes	Essencial
Banco de dados de alertas dos sensores	Banco de dados para recebimento dos alertas dos sensores	Essencial
Documentação do projeto	Toda documentação sobre desenvolvimento e execução.	Essencial
Tela Informativa sobre a empresa ("Sobre nós")	Tela informativa sobre a empresa para conhecimento do cliente.	Desejável
Notificações automáticas	Avisar por notificação na aplicação quando a umidade do solo estiver abaixo/acima do limite definido.	Desejável
Histórico de dados	Dashboard mostrando não só os dados em tempo real, mas também o histórico de leituras por período.	Desejável
Exportação de relatórios	Baixar PDF/Excel com dados de monitoramento.	Desejável
Painel de comparação entre áreas	Se o cliente tiver mais de um sensor, pode comparar os dados entre as áreas.	Desejável
Customização do dashboard	Cliente seleciona e posiciona os widgets de quais dados quer ver no momento.	Desejável
Tecnologia	Site de explicação sobre nossa implementação e como os sensores funcionam.	Desejável
Site estático institucional	Desenvolvimento do site institucional com base no protótipo.	Essencial
Site estático dashboard	Desenvolvimento da aba da dashboard no site.	Essencial
Site estático cadastro e login	Desenvolvimento das abas de cadastro e login do site.	Essencial
Teste de sensor integrado ao sistema + gráficos	Manipulação de dados capturados pelo sensor para gerar simulações de teste.	Importante
Planilha de riscos	Planilha que contém os riscos e formas de contenção para o projeto.	Essencial
Instalar MySQL na máquina virtual	Instalação do MySQL Server no ambiente virtual Linux.	Essencial
Inserção de dados do Arduino no MySQL	Inserir os dados capturados pelo Arduino integrado ao sensor na tabela do banco de dados.	Essencial
Diagrama de solução	visual que mostra como uma proposta tecnológica ou de negócio resolve um problema específico.	Essencial
Modelagem Lógica do Projeto v1	Diagrama lógico das tabelas utilizadas no banco de dados.	Essencial
Usar API Local com Sensor	Conexão direta com o sistema, permitindo coletar, processar e disponibilizar os dados em tempo real.	Essencial

Limite e Exclusões

- **Cobertura do monitoramento:** O sistema se limita às câmaras frias e frigoríficos instalados dentro das dependências do cliente. Não inclui transporte externo de produtos.
- **Tipos de alimento monitorados:** Focado em carnes, aves e pescados. Outros alimentos perecíveis podem ser monitorados, mas não são prioridade do projeto.
- **Precisão do sensor:** A medição é limitada à faixa de operação do sensor LM35 (-55°C a 150°C), com precisão típica de $\pm 0,5^\circ\text{C}$.
- **Tempo de atualização:** O monitoramento é em tempo real, com intervalo de leitura definido para cada um minuto.
- **Escopo tecnológico:** O sistema não inclui automação de refrigeração (liga/desliga de equipamentos), apenas monitoramento e alertas.
- **Controle manual de estoque:** O sistema não substitui processos manuais de inspeção física ou contagem de produtos.

- **Outros parâmetros de qualidade:** Não mede umidade, pH, contagem bacteriana ou outros indicadores de qualidade alimentar, apenas temperatura.

Macro Cronograma	
Etapas	Duração Estimada
1. Análise e Planejamento: Levantamento de requisitos, definição da arquitetura, planejamento do cronograma.	13 Dias
2. Desenvolvimento: Configuração do hardware, programação do Arduino, backend e frontend do dashboard.	42 Dias
3. Testes e Homologação: Testes de hardware e software, validação e homologação com os usuários.	21 Dias
4. Implantação e Acompanhamento: Instalação final, treinamento de usuários e suporte pós-implantação.	12 Dias
Total	88 Dias

Recursos Necessários		
Recursos	Quantidade	Carga Horária
Desenvolvedor Back End	2	100h
Desenvolvedor Front End	2	200h
Frigoríficos	10	Acesso contínuo
Dashboards	1	Acesso contínuo
Sistema gerenciador de banco de dados (MySQL)	1	Acesso contínuo
Analista de sistemas	1	100h
Gestor de projetos	1	40h
Arduino LM35	1	Conforme demanda
Máquina virtual (Virtual Box)	1	Acesso contínuo

Riscos do projeto

Os fatores que podem comprometer o desenvolvimento, entrega e manutenção do presente projeto são:

- Ter alguma instabilidade na energia, prejudicando o fornecimento da mesma para o arduino.
- Pode ter falha na atualização dos dados devido alguma instabilidade de rede.
- O site poderá ficar fora do ar devido à sua manutenção.
- O Arduino poderá ser danificado devido a mau uso, ou problema técnico.
- Falta de treinamento dos funcionários.
- Tempo restrito para a realização do projeto.

Partes Interessadas (Stakeholders)

Partes interessadas	Papel no Projeto	Principal Responsabilidade
Gestor do projeto	Liderança	Planejamento, acompanhamento e entregas
Setor frigorífico de conservação	Demandante	Aprovação de conteúdo e validação das páginas
Técnico	Implementação	Implementação dos sensores
Analista de sistemas	Execução técnica	Desenvolvimento, testes e implantação
Analista de Banco de Dados	Execução técnica	Modelagem, integração e performance
Analista de negócios	Interface com áreas envolvidas	Levantamento de requisitos e validações
TI Corporativo	Suporte técnico e infraestrutura	Apoio na migração e monitoramento do sistema
Desenvolvedor Front-End	Execução técnica	Desenvolvimento visual do site
Desenvolvedor Back-End	Execução técnica	Desenvolvimento, integração com banco de dados e APIs

Premissas

- O local tem acesso a rede de Internet.
- Funcionários dispostos a receber treinamento sobre a utilização do sistema.
- O cliente possui a máquina necessária para acessar o sistema.
- O cliente disponibilizará as especificações do local para instalação dos sensores.

Restrições

- Bom manuseio dos locais de refrigeração.
- Não expor o sensor a altas temperaturas.
- Limites técnicos do sensor.
-

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/degusta/como-os-alimentos-eram-armazenados-antes-das-geladeiras,792b3ee5b32e7358ece3a017b20710460pyqti8w.html>

<https://www.joagro.com.br/blog/post/armazenamento-de-alimentos-pereciveis-o-que-diz-regulamentacao-da-anvisa>

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1083562/1/cap.12.pdf>

<https://blog.syos.com/blog/temperatura-de-armazenamento-de-carnes-o-que-diz-a-legislacao-para-supermercados-e-servicos-de-alimentacao/>

<https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65e0119d63b8185d9cb11cec>

<https://www.fortunebusinessinsights.com/chilled-and-frozen-meat-market-110912>