

**SPTECH – São Paulo Tech School**

**Análise e Desenvolvimento de Sistemas**

**T.I**

**Tecnologia da Informação**

**Mediway**

**Agosto de 2025**

**Integrantes do Grupo**

**Alexandre Donisete Bezerra Filho 01252046**

**Breno Abilio 01252018**

**Gabriel Adryan 01252028**

**João Vitor Gomes 01252032**

**Marcos Pereira 01252034**

**Paulo Henrique 1252127**

**Vinícius de Santana Gama 01252087**

1. Contexto

A cadeia do frio, ou cadeia fria, é toda a logística que garante que medicamentos e vacinas permaneçam em ambientes com temperatura controlada, desde a fábrica até o destino.

O transporte de medicamentos termolábeis representa um dos maiores desafios da cadeia logística farmacêutica moderna. Esses medicamentos, como vacinas, insulinas e outros fármacos sensíveis, necessitam ser mantidos em condições rigorosas de temperatura, geralmente entre 2°C e 8°C podendo variar dependendo dos seus componentes, para garantir sua eficácia e segurança. No entanto, a realidade mostra que o controle adequado dessa cadeia do frio ainda é um obstáculo, sobretudo no Brasil, onde a diversidade climática, as longas distâncias e as falhas na infraestrutura logística potencializam os riscos de variações térmicas durante o transporte.

**Figura 1** – Tabela de Medicamentos Termolábeis

Interface gráfica do usuário, Tabela

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

**Fonte:** Pan American Health Organization (PAHO)

Manter a temperatura adequada ao longo de toda a viagem é um dos maiores desafios do transporte refrigerado. Durante longas viagens, a carga passa por diferentes climas, o que pode ocasionar variações de temperatura. Além disso, cuidar bem dos equipamentos faz toda a diferença, pois qualquer problema no sistema de refrigeração pode danificar a carga e gerar prejuízos. Por isso, é fundamental acompanhar a temperatura em tempo real para garantir que tudo permaneça sob controle.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que aproximadamente 50% das vacinas produzidas mundialmente se deterioram antes de chegar ao destino, principalmente por falhas no controle de temperatura durante o transporte. Além disso, pesquisas publicadas pela Revista Brasileira de Enfermagem e pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) demonstram que perdas de vacinas devido à quebra da cadeia do frio alcançam valores milionários. Em 2010, o Brasil já perdia cerca de 20% dos medicamentos produzidos todo ano, segundo dados da Anvisa. Os motivos principais eram problemas no transporte e no armazenamento. Na prática, essa má gestão da cadeia de frio resultava em uma perda de aproximadamente R$ 18 bilhões por ano.

Apenas na Região Metropolitana de Porto Alegre registrou-se um desperdício de aproximadamente 962 mil doses, representando prejuízo aproximado de R$ 3,5 milhões. Sabendo disso, esses dados revelam que o problema não se restringe a falhas pontuais, mas reflete uma fragilidade constante que compromete a eficiência do sistema de saúde e gera impactos financeiros expressivos.

A ausência de monitoramento contínuo em tempo real é um dos principais fatores que contribuem para esse problema. O transporte das vacinas representou 46% das falhas na eficácia da cadeia de frio. Muitas vezes, a temperatura dos medicamentos é checada apenas no começo e no final do transporte, sem acompanhamento durante todo o trajeto. Essa falta de fiscalização pode permitir variações na temperatura que, mesmo pequenas, podem tornar os medicamentos inutilizáveis. Além disso, o descarte de medicamentos que ficaram comprometidos também causa impacto ambiental, pois envolve lidar com resíduos biológicos considerados perigosos, que precisam de um tratamento especial.

A infraestrutura da logística brasileira dificulta ainda mais o cumprimento pleno da cadeia fria, pois longas distâncias, calor intenso aliado a um clima instável e a limitação de equipamentos de refrigeração contribuem para que vacinas cheguem comprometidas a seus destinos. Essa fragilidade ficou evidente durante a pandemia de COVID-19. Em 2020, o Instituto Butantan, em parceria com a farmacêutica chinesa Sinovac Biotech, produziu a Coronavac, uma vacina que apresentava como vantagem o fato de não exigir temperaturas negativas para armazenamento. Essa característica foi pensada justamente para enfrentar o desafio de manter os imunizantes entre 2 °C e 8 °C, condição que dependia de uma rede elétrica estável e bem estruturada — um obstáculo relevante em diversas regiões do país. Já no caso de vacinas que requeriam ultracongelamento, o desafio era ainda maior.

A nível de exemplo, durante essa época, o Brasil possuía mais de 33 mil salas de vacinação, e as ampolas com as vacinas precisavam ser transportadas em caminhões refrigerados até o destino, o que representou outro desafio para o país. “Não temos muitas empresas especializadas no Brasil para transportar vacinas de acordo com os requisitos farmacêuticos”, afirmou Tiago Rocca, gerente de parcerias estratégicas e novos negócios do Instituto Butantan.

Esses desafios refletem uma falha nos sistemas logísticos de saúde pública. A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que um dos pilares de imunização eficaz é justamente manter uma cadeia de suprimento imune a falhas, garantindo que vacinas cheguem com qualidade preservada ao endereço final, sem interrupções ou desvios de temperatura. Isso mostra bem por que o projeto da Mediway de monitoramento contínuo em tempo real é um passo válido e benéfico, ele entra como parte de uma solução que fortalece a cadeia como um todo.

A relevância do projeto ultrapassa os aspectos técnicos e financeiros, alcançando dimensões sociais e de saúde pública. Garantir que medicamentos cheguem aos pacientes em condições ideais significa assegurar a eficácia dos tratamentos, preservar vidas e otimizar os recursos do sistema de saúde, evitando desperdícios que poderiam ser direcionados para a expansão de atendimentos e melhoria da infraestrutura hospitalar.

Portanto, este projeto tem como urgência enfrentar um problema que impacta diretamente a saúde da população, os custos das empresas farmacêuticas e transportadoras, e a sustentabilidade do sistema de saúde. A ideia é oferecer uma solução que combine monitoramento constante e análise de dados por meio de dashboards intuitivas. Dessa forma, espera-se ajudar a diminuir perdas, aumentar a confiabilidade na logística e fortalecer a cadeia do frio no Brasil.

1. Objetivo

O projeto tem como objetivo desenvolver e implementar sensores de temperatura para monitorar com precisão as câmaras frias no transporte de medicamentos termolábeis. Essa implementação deverá ser realizada até a segunda semana de dezembro de 2025, utilizando sensores do tipo LM35 instalados nos baús de transporte dos caminhões. Dessa forma, a empresa terá condições de criar estratégias mais eficazes para o transporte, podendo reduzir em até 20% o prejuízo causado pelo descarte de medicamentos. Além do benefício financeiro, a iniciativa contribuirá para a preservação do meio ambiente, ao diminuir o descarte de resíduos hospitalares, e impactará positivamente a qualidade de vida e a saúde pública, assegurando a eficácia dos medicamentos e fortalecendo a confiança dos pacientes e das empresas envolvidas no processo logístico.

1. Justificativa

O projeto visa a diminuição da perda de medicamentos termolábeis durante o processo de transporte em câmaras frias, que corresponde a cerca de 46% do total das perdas destes medicamentos, tendo como justificativa a possibilidade de reduzir em até 20% as perdas causadas por instabilidade na temperatura. Ademais, além de gerar um efeito positivo na saúde pública, com o aumento da disponibilidade de vacinas para a população, também contribuirá para a sustentabilidade, ao reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte de medicamentos inutilizados em razão de falhas de temperatura durante o transporte. Com o sensor de temperatura acoplado no baú dos caminhões, a empresa de transporte terá maior eficácia nos serviços prestados, evitando perdas tanto de clientes quanto de medicamentos e reduzindo os prejuízos financeiros decorrentes da inutilização por armazenamento inadequado.

Além desses benefícios, o projeto também se justifica pela necessidade de conformidade com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 304/2019 e Nº 430/2020 da Anvisa, que falam sobre as boas práticas de distribuição, armazenagem e de transporte de medicamentos. Essa norma estabelece critérios rigorosos para garantir a manutenção da qualidade, segurança e eficácia dos produtos farmacêuticos durante todo o processo logístico, destacando a importância do controle de temperatura em todas as etapas da cadeia do frio. Assim, a implementação do sistema proposto não apenas atende a uma demanda de mercado e saúde pública, mas também assegura que a operação esteja em conformidade com a legislação sanitária vigente, fortalecendo a confiabilidade da empresa e a segurança do paciente.

1. Escopo

O projeto MediWay tem como foco desenvolver uma solução para monitoramento em tempo real da temperatura em baús de caminhões que transportam medicamentos termolábeis, como vacinas. A solução será composta um site institucional, que funcionará como ponto de acesso para clientes e usuários. Esse site contará com recursos de cadastro, login de usuários e um dashboard, no qual será possível visualizar em tempo real as variações de temperatura, por meio de gráficos e análises estatísticas. A atualização dos dados será feita automaticamente a cada 2 segundos, oferecendo maior controle para a empresa.

Entretanto, algumas funcionalidades estão fora do escopo deste projeto. O sistema será restrito a uma aplicação web, não envolvendo o desenvolvimento de aplicativo mobile. Também não haverá integração com rotas de GPS nem com sistemas corporativos de farmácias, se mantendo como uma solução independente e dedicada exclusivamente ao monitoramento da temperatura. Além disso, o projeto se restringe exclusivamente ao transporte terrestre, mais especificamente em caminhões, não abrangendo transporte aéreo. Outro ponto importante é que o sistema será focado apenas no monitoramento da temperatura, não contemplando o acompanhamento de outros fatores como a umidade. Deve-se enfatizar ainda que o objetivo central do MediWay é a observação e acompanhamento em tempo real das condições do transporte, não incluindo mecanismos de automação para a regulação da refrigeração.

1. Premissas / Restrições

Para a execução do projeto, foram estabelecidas algumas premissas consideradas essenciais para sua viabilidade. Assume-se a disponibilidade de um kit de sensores de temperatura (LM35) acoplado, bem como de um Arduino para a coleta dos dados. Considera-se também que haverá acesso a um banco de dados para a persistência das informações, além de conexão estável com a internet, necessária para a transmissão dos registros em tempo real.

Outra premissa fundamental é a existência de uma máquina ou servidor capaz de hospedar e executar a aplicação web e o dashboard, garantindo acessibilidade aos usuários. Por fim, parte-se do pressuposto de que todos os integrantes da equipe possuem as competências técnicas necessárias para a implementação do projeto dentro do prazo estabelecido.

O projeto está sujeito a algumas restrições que delimitam seu desenvolvimento e implementação. A primeira delas é o prazo de entrega, estabelecido para o dia 12 de setembro de 2025. Além disso, os desenvolvedores do projeto estão limitados ao uso de conteúdos e tecnologias abordados em sala de aula e ao uso das APIs fornecidas pelos docentes, restringindo a adoção de ferramentas externas ou recursos adicionais não contemplados no ambiente acadêmico. Ademais, outra restrição importante é a utilização de sensores e componentes específicos, como o Arduino e o sensor LM35, que foram previamente definidos como base para o protótipo. Dessa forma, não serão exploradas alternativas de hardware mais complexas ou tecnologias diferentes das estipuladas.

**Referências**

SAMIR BERNARDINO CASTRO; LUIZ, A. **Investigação de desvios de temperatura na distribuição de vacinas: análise a partir de uma indústria farmacêutica. Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 14, p. 1–20, 4 jun. 2024.

ELBER MEDICAL. **Saiba como armazenar os medicamentos termolábeis. Elber Medical.** Disponível em: https://elbermedical.com.br/gestao/saiba-como-armazenar-os-medicamentos-termolabeis/. Acesso em: 25 ago. 2025.

ALISSON, Elton. **Gerenciar cadeia de suprimentos é um dos desafios na distribuição de vacina, afirmam especialistas.** Disponível em: https://agencia.fapesp.br/gerenciar-cadeia-de-suprimentos-e-um-dos-desafios-na-distribuicao-de-vacina-afirmam-especialistas/34865. Acesso em: 25 ago. 2025.

BOSCH SOUTH AMERICA. **Monitoramento da cadeia fria: Bosch tem solução para logística farmacêutica.** Disponível em: https://us.bosch-press.com/pressportal/br/pt/press-release-31552.html. Acesso em: 25 ago. 2025

EQUIPE EDITORIAL. **Desperdício de vacinas no Brasil: Saúde indo para o lixo - Inframetro.** Disponível em: https://inframetro.com.br/desperdicio-de-vacinas-no-brasil-saude-indo-para-o-lixo/. Acesso em: 25 ago. 2025

MAI, S. et al. **Custo financeiro com o desperdício de vacinas na região metropolitana de Porto Alegre**, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 7, n. 1, p. 131–141, 26 abr. 2021.

SAMIR BERNARDINO CASTRO; LUIZ, **A. Investigação de desvios de temperatura na distribuição de vacinas: análise a partir de uma indústria farmacêutica.** Navus - Revista de Gestão e Tecnologia, v. 14, p. 1–20, 4 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 304, de 17 de setembro de 2019: dispõe sobre as Boas Práticas de Distribuição, Armazenagem e Transporte de Medicamentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 set. 2019.** Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2019/rdc0304_17_09_2019.pdf> . Acesso em: 7 set. 2025.

ALMEIDA, Lucas. **Estabilidade de medicamentos termolábeis: o que fazer após quebra da cadeia do frio.** Nexxto, 16 jun. 2020. Disponível em: https://nexxto.com/estabilidade-de-medicamentos-termolabeis-o-que-fazer-apos-quebra-da-cadeia-do-frio/. Acesso em: 18 ago. 2025.

GOV BR. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 430, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020.** 8 out. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-430-de-8-de-outubro-de-2020-282070593. Acesso em: 8 set. 2025.

‌