



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

Level	Central	Regional	Local
Vaccines	6 to 12 months	3 to 6 months	1 to 3 months
OPV oral polio	From -15 ° C to -25 ° C		From +2 ° C to +8 ° C
BCG	Keep these vaccines between -15 ° C and -25 ° C They can be kept temporarily at +2 C to +8 ° C ATTENTION: Diluents must NOT be frozen!		From +2 ° C to +8 ° C
Measles, mumps and rubella			
Measles and rubella			
Yellow fever			
Hib, freeze-dried			
Chickenpox			
Meningococcal	From +2 ° C to +8 ° C Do not freeze		
Hepatitis A			
Hepatitis B			
DPT- hepatitis B			
DPT - hepatitis B- Hib, liquid			
Hib, liquid			
DPT			
DT /Td			
Pneumococcal			
Rotavirus			
HPV (human papillomavirus)			
Seasonal influenza, live attenuated virus			
Seasonal influenza - inactivated virus			
IPV inactivated polio			
Human rabies, vero cell			

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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.