

SÃO PAULO TECH SCHOOL

Geovanna Vitoriana de Oliveira

Guilherme Ornaghi

Guilherme Souto Souza

Marley de Sousa Santos

Renan Minosso Silva

Samara Vicky da Silva Mendonça

ATMOS

Monitoramento de Desempenho de Hardware em Servidores
Meteorológicos

São Paulo

2026

1. Contexto

O cenário climático brasileiro tem apresentado uma mudança drástica nas últimas décadas, caracterizada pelo aumento na frequência e na intensidade de eventos extremos como secas, tempestades e enchentes. Entre 1995 e 2023 (TEMPO.COM; METEORED Brasil., 2026), o Brasil registrou milhões de eventos dessa natureza, afetando diretamente mais de 219 milhões de cidadãos (TEMPO.COM; METEORED Brasil., 2026).

Os impactos desses episódios evidenciam a gravidade da ausência de um planejamento estatal rigoroso, aliado ao suporte de sistemas de processamento cada vez mais robustos e eficientes, manifestando-se de forma crítica em setores vitais da economia e da sociedade: na agricultura, secas prolongadas nas regiões Centro-Oeste e Sul resultam na perda total de safras de grãos, como soja e milho (Forbes Agro, 2024), o que gera um efeito cascata que eleva o preço dos alimentos e reduz o PIB nacional.

Imagem 1 – Representação processo meteorológico



FONTE: GOS (Global Observing System)

Fonte: GOS (Global Observing System)

No âmbito da infraestrutura e energia, enchentes severas destroem rodovias e pontes, isolando cidades inteiras, enquanto a variação extrema nos níveis dos reservatórios compromete a geração hidrelétrica, sobrecarregando o custo da energia para o consumidor final (JOVEM PAN, 2024); paralelamente, a saúde pública sofre com ondas de calor extremo e inundações que potencializam a incidência de doenças respiratórias e infecciosas (SANTOS, J. B. et al., 2024),

como a leptospirose, gerando uma sobrecarga crítica no sistema de atendimento.

Diante desse cenário, a ausência de um sistema de monitoramento de hardware estável e capaz de processar alertas em tempo real deixa esses setores vulneráveis, transformando riscos previsíveis em desastres socioeconômicos inevitáveis. Tecnicamente, a mitigação desses danos depende da capacidade de processamento de órgãos como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que operam um fluxo contínuo de dados, desde a coleta via satélite e radares até a execução de modelos numéricos tridimensionais em supercomputadores, para gerar previsões e alertas 24 horas por dia (Portal INMET, [s.d.]). O monitoramento do desempenho desse hardware transcende a esfera técnica de TI, configurando-se como uma medida estratégica de salvaguarda de vidas, pois a eficiência dos alertas precoce é intrinsecamente dependente da integridade dos servidores.

Embora o processamento científico dos modelos numéricos seja realizado em ambientes de alto desempenho, a etapa crítica de disponibilização dessas informações ocorre por meio de servidores de aplicação. São esses servidores que consultam bases de dados, organizam resultados, geram mapas dinâmicos, estruturam boletins automáticos e entregam as informações ao público e aos órgãos de Defesa Civil por meio de sistemas web e APIs.

O desempenho de hardware desses servidores de aplicação (CPU, memória RAM e armazenamento) é determinante para garantir disponibilidade contínua, baixa latência e estabilidade operacional. Em cenários de emergência climática, atrasos de poucos minutos na atualização ou disponibilização de dados podem comprometer decisões estratégicas de evacuação e mitigação de riscos. Assim, a confiabilidade da comunicação meteorológica depende diretamente da saúde da infraestrutura que sustenta a aplicação.

Portanto, o monitoramento de hardware atua como a espinha dorsal da resiliência climática urbana, pois, sem servidores estáveis, a ciência meteorológica perde sua capacidade de aplicação prática quando a sociedade mais precisa dela.

2. Objetivo

Implementar e manter um monitoramento rigoroso do desempenho de hardware do servidor de aplicação responsável pela disponibilização de previsões meteorológicas, mapas climáticos e alertas oficiais. O foco deste projeto é acompanhar continuamente os indicadores críticos de CPU, memória RAM e armazenamento (Disco), assegurando que a infraestrutura suporte adequadamente a carga de processamento e acesso simultâneo de usuários.

Busca-se garantir alta disponibilidade do sistema, prevenir falhas decorrentes de sobrecarga de recursos e apoiar decisões que definam limites operacionais seguros que permitam ações preventivas antes que ocorram indisponibilidades. Dessa forma, pretende-se assegurar que a informação meteorológica já processada cientificamente seja entregue com estabilidade, rapidez e confiabilidade à sociedade.

3. Justificativa

A necessidade deste monitoramento fundamenta-se em três pilares estratégicos:

- **Impacto Econômico de Larga Escala:** As perdas econômicas no Brasil superaram **R\$ 547,2 bilhões** nas últimas décadas. Desde 2020, a média anual de prejuízos saltou para **R\$ 47 bilhões**, afetando setores vitais como agricultura, infraestrutura, energia e saúde pública. A falha de um sistema meteorológico impede a prevenção de danos que custam bilhões ao erário e ao setor privado.
- **Críticidade Operacional:** A experiência internacional demonstra vulnerabilidades; em abril de 2024, uma falha de hardware no **NWS/NOAA (EUA)** interrompeu serviços críticos por 5 horas, provando que sistemas de backup podem falhar e que o monitoramento preventivo é a única salvaguarda eficaz.
- **Continuidade do Ciclo de Dados:** O processamento meteorológico é uma cadeia dependente. Uma falha no hardware do data center interrompe o fluxo que vai da validação de dados ao pós-processamento de mapas e boletins, deixando o país "cego" diante de ameaças climáticas iminentes.

Portanto, o monitoramento preventivo permite identificar tendências de degradação antes que se transformem em falhas críticas. O aumento contínuo de consumo de memória pode indicar vazamento de recursos; crescimento acelerado de logs pode levar o armazenamento a 100% de ocupação; sobrecarga persistente de CPU pode sinalizar necessidade de escalabilidade. A ausência de acompanhamento desses indicadores transforma falhas previsíveis em interrupções inesperadas.

O monitoramento contínuo de CPU, memória RAM e armazenamento do servidor de aplicação não constitui apenas uma prática técnica de administração de sistemas, mas uma medida estratégica para garantir disponibilidade, confiabilidade e continuidade na entrega de informações meteorológicas essenciais à segurança da população.

4. Referências Bibliográficas

BICE, Stephanie. National Weather Service Outages Letter. Washington, DC: House of Representatives, 2024. Disponível em:

<https://bice.house.gov/sites/evo-subsites/bice.house.gov/files/evo-media-document/National%20Weather%20Service%20Outages%20Letter.pdf> Acesso em: 17 fev. 2026.

IBM. Modelos meteorológicos: O que são e como funcionam? Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/weather-models> Acesso em: 17 fev. 2026.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Sobre a Meteorologia. Portal INMET, Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia> Acesso em: 17 fev. 2026.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Como se faz a previsão de tempo e clima? Perguntas Frequentes - Principais produtos e serviços do INPE, Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/principaisprodutos-e-servicos-do-inpe/previsao-de-tempo-e-clima/como-se-faz-a-previsao> Acesso em: 17 fev. 2026.

MET OFFICE. Weather Facts: Weather & Climate Guides. Exeter: Met Office Library and Archive. Disponível em: https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/research/library-and-archive/library/publications/weather--climate-guides/weather_facts.pdf Acesso em: 17 fev. 2026.

NSC TOTAL. Como é feita a previsão do tempo no Brasil. NSC Total, [s.d.]. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/como-e-feita-a-previsao-do-tempo-no-brasil> Acesso em: 17 fev. 2026.

RMETS (Royal Meteorological Society). Weather Forecasting: How do we do it? MetMatters. Disponível em: <https://www.rmets.org/metmatters/weather-forecasting> Acesso em: 17 fev. 2026.

TEMPO.COM (METEORED). No Brasil, desastres climáticos cresceram 460% desde os anos 1990, aponta estudo. Notícias de Ciência. Disponível em: <https://www.tempo.com/noticias/ciencia/no-brasil-desastres-climaticos-cresceram-460-desde-os-anos-1990-aponta-estudo.html> Acesso em: 17 fev. 2026.

EARTHDAILY. Seca reduz safra de milho no Centro-Norte do Brasil, diz EarthDaily. Forbes Agro, 2024. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-agro/2024/05/seca-reduz-safra-de-milho-no-centro-norte-do-brasil-diz-earthdaily/>. Acesso em: 17 fev.

SANTOS, J. B. et al. Ondas de calor e saúde humana: revisão de escopo dos códigos CID-10 para mortalidade e morbidade. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 29, n. 4, 2024. Disponível em: <https://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/ondas-de-calor-e-saude-humana-revisao-de-escopo-dos-codigos-cid10-para-mortalidade-e-morbidade/19937?id=19937>. Acesso em: 17 fev. 2026.

JOVEM PAN. Nível baixo dos reservatórios das hidrelétricas pode complicar geração de energia no verão, alertam especialistas. Jovem Pan Notícias, 2024. Disponível em: <https://jovempan.com.br/noticias/nivel-baixo-dos-reservatorios-das-hidreletricas-pode-complicar-geracao-de-energia-no-verao-alertam-especialistas.html>. Acesso em: 17 fev. 2026.

UOL: A previsão do tempo é um importante processo de antecipação das condições meteorológicas por meio do levantamento de dados geográficos. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/previsao-tempo.htm>. Acesso em: 18 Fev, 2026

PUCRS. Meteorologia. Disponível em: <https://www.pucrs.br/mct/meteorologia/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

UOL. dá para confiar na meteorologia? Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/ultimas-noticias/redacao/2018/01/30/da-para-planejar-o-proximo-feriado-confiando-na-previsao-do-tempo.htm>. Acesso em: 18 Fev, 2026

INMET. passos para a elaboração da previsão do tempo. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>. Acesso em: 18 Fev, 2026

INMET. Mapa de estações meteorológicas. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/mapa-de-esta%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas>. Acesso em: 18 Fev, 2026

AGROTOOLS. Dados meteorológicos: como usá-los no agro e prevenir riscos. Disponível em: <https://agrottools.com.br/blog/tecnologia-big-data/dados-meteorologicos-como-usa-los-no-agro-e-prevenir-riscos/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

CLUBEDOGIS. Cruzamento de Dados Espaciais. Disponível em: <https://clubedogis.com.br/glossario/o-que-e-cruzamento-de-dados-espaciais/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

INMET. <https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-hist%C3%B3ricos>. Acesso em: 18 Fev, 2026

SIGMASENSORS. O que são Estações Meteorológicas e Como Funcionam? Entenda sua importância. Disponível em: <https://sigmasensors.com.br/o-que-sao-estacoes-meteorologicas>. Acesso em: 18 Fev, 2026

LUPA1. Entenda como é o processo de coleta de dados para ter a previsão do tempo. Disponível em: <https://lupa1.com.br/noticias/publicacoes/entenda-como-e-o-processo-de-coleta-de-dados-para-ter-a-previsao-do-tempo-24255.html>. Acesso em: 18 Fev, 2026

ECYCLE. por que é tão importante prever o tempo? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/meteorologia/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

METEREOLOGIAEMRED. Meteorologia: Ciência, Importância e Aplicações Práticas. Disponível em: <https://pt.meteorologiaenred.com/o-que-%C3%A9-meteorologia.html>. Acesso em: 18 Fev, 2026

UOL. IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NO MICROCLIMA DE UMA CIDADE. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/geografia/impactos-da-urbanizacao-no-microclima-de-uma-cidade.htm>. Acesso em: 18 Fev, 2026

INPE. INPE inicia nova era em supercomputação com foco em previsão de tempo e clima. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/inpe-inicia-nova-era-em-supercomputacao-com-foco-em-previsao-de-tempo-e-clima>. Acesso em: 18 Fev, 2026

MONAN. Model for Ocean-land-Atmosphere Prediction. Disponível em: <https://monanadmin.github.io/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

INPE. INPE executa simulações a 3 km no novo supercomputador Jaci. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/inpe-executa-simulacoes-globais-a-3-km-no-jaci-e-demonstra-a-capacidade-do-modelo-monan-na-representacao-do-furacao-melissa>. Acesso em: 18 Fev, 2026

SBMAC. Conheça o modelo brasileiro de previsão climática que une ciência, supercomputação e colaboração internacional. Disponível em: <https://www.sbmec.org.br/2025/09/monan-conheca-o-modelo-brasileiro-de-previsao-climatica-que-une-ciencia-supercomputacao-e-colaboracao-internacional/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

COMPRERUAL. Novos transmissores permitem acesso mais rápido às informações das estações e reforçam a prevenção a desastres climáticos. Disponível em: <https://www.comprerural.com/mapa-moderniza-rede-do-inmet-e-amplia-agilidade-na-transmissao-de-dados-meteorologicos/>. Acesso em: 18 Fev, 2026

BDMEP. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 18 Fev, 2026