

**A importância e aplicações de previsões meteorológicas precisas:
*The importance and applications of accurate weather forecasts:***

VINICIUS CAÇÃO DE GÓES

vanicacao@gmail.com

MARCIO LOURENÇO DOS SANTOS FILHO

max.marcio.7@gmail.com

NATHAN LUIZ GOMES LESSA ALTIERI

nathan.l.uiz@hotmail.com

VICTOR BRANDÃO ANDRADE (ESAGS)

victor.andrade@esags.edu.br

RENATO MARCIO

renato10online@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta uma visão sobre o serviço de meteorologia no Brasil, bem como os principais fatores condicionantes da prestação desse serviço. O objetivo desse estudo é discutir se o Brasil é autossuficiente em relação aos recursos necessários para uma previsão meteorológica precisa e confiável comparando-o com nações de significância econômica similar. Por meio de pesquisa bibliográfica e descritiva, com método qualitativo, utilizando artigos científicos, dados internacionais de sites especializados, demonstrativos de resultados e boletins de meteorológicos. Ao final apresenta-se os principais resultados obtidos com a pesquisa, sinalizando os pontos fortes e fracos desse setor.

PALAVRAS-CHAVE: Previsão Meteorológica; Brasil; Governo; Impactos Financeiros; Prejuízos.

ABSTRACT

This article provides an overview of the meteorological service in Brazil, as well as the main determinants of the provision of this service. The aim of this study is to discuss whether Brazil is self-sufficient in terms of the resources needed for accurate and reliable weather forecasting, comparing it to nations of similar economic significance. Through bibliographical and descriptive research with a qualitative approach, using scientific articles, international data from specialized websites, financial reports, and meteorological bulletins. In the end, the main results of the research are presented, indicating the strengths and weaknesses of this sector.

KEYWORDS: Weather Forecast; Brazil; Government; Financial Impacts; Disaster prevention.

1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, à medida que enfrentamos desafios cada vez mais complexos decorrentes das mudanças climáticas, tornando a previsão meteorológica em uma ferramenta indispensável para tomadas de decisões mais assertivas no âmbito econômico e no social.

Diante do cenário apresentado, levanta-se a seguinte questão: O Brasil possui recursos suficientes para projetar uma previsão meteorológica confiável e prevenir prejuízos econômicos devidos eventos climáticos? Para tanto, o objetivo deste artigo concentra-se em analisar a situação atual brasileira em suas previsões meteorológicas, evidenciando o papel vital do governo no desenvolvimento do setor meteorológico, enfatizando os benefícios econômicos que uma previsão climática precisa poder permitir ao país.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Previsão Meteorológica

Uma previsão meteorológica confiável e precisa depender da coleta de dados dos seguintes equipamentos descritos abaixo, conforme mencionado no relatório da Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2023):

- Satélites: satélites meteorológicos orbitam a Terra, coletando dados sobre nuvens, temperaturas da superfície do mar, ventos e outros (OMM, 2023);
- Radares: radares meteorológicos detectam a precipitação, como chuva, neve e granizo, e podem rastrear a movimentação de sistemas climáticos em tempo real (OMM, 2023);
- Estações Meteorológicas Terrestres: essas estações medem dados locais, como temperatura, umidade, pressão atmosférica e velocidade do vento (OMM, 2023);
- Boias Oceânicas: as boias equipadas com sensores, coletam dados sobre a temperatura da água, salinidade e correntes oceânicas, fornecendo informações essenciais para previsões climáticas costeiras (OMM, 2023);

- Balões Meteorológicos: os balões são lançados regularmente em várias partes do mundo, transportando instrumentos para medir temperaturas e umidade em diferentes altitudes na atmosfera (OMM, 2023).

O uso de imagens de satélite permite o cálculo de informações biofísicas em curtos espaços de tempo de forma barata (BARROS, 2023). No entanto, segundo Câmara (1996), somente a coleta de dados não garante uma previsão meteorológica precisa, é necessário o processo de modelagem computacional, que utiliza supercomputadores que executam modelos matemáticos complexos.

2.2 Previsão Meteorológica em Outros Países

Nos Estados Unidos, a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica, reconhecida pela sigla NOAA, é uma agência científica que opera sob o Departamento de Comércio do país (NOAA, 2023). A empresa utiliza diversas parcerias com empresas privadas que incentivam o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias a qual melhoram a coleta e o processamento de dados meteorológicos, desempenhando suas funções definidas, como a previsão do tempo e clima, pesquisa oceânica, pesca e conservação, gerenciamento costeiro, monitoramento ambiental e serviços de navegação.

O Japão, como um país exemplo a ser seguido, possui um mapa que demonstra o grau de perigo de possíveis deslizamentos de terra, emitindo alertas de terremotos no país (Japan Meteorological Agency, 2023). A Austrália possui a empresa Bureau of Meteorology, a qual auxilia sua população a lidar com as realidades de seu ambiente natural, incluindo as secas, inundações, incêndios, tempestades, tsunamis e ciclones tropicais (Bureau of Meteorology, 2023).

2.3 Previsão Meteorológica no Brasil

As previsões climáticas no Brasil são analisadas por meio de diversas instituições, tanto nacionais quanto internacionais, as quais monitoram e estudam o clima para fornecer informações úteis a sociedade, a agricultura, a gestão de recursos naturais, entre outros setores. O Instituto Nacional de Meteorologia, conhecido pela sigla INMET, é a instituição brasileira mais antiga na área meteorológica, a qual se

dedica à instalação e manutenção da rede nacional de estações meteorológicas (MIGUEL, 2016).

No final da década de 1980, foi criado no Brasil o Centro de Previsões do Tempo e Estudos do Clima (CPTEC), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O centro surgiu como uma proposta de modernização da meteorologia brasileira, a qual deveria passar a comandar a previsão numérica do tempo e a modelagem do clima, a exemplo dos centros europeus e americanos (MIGUEL, 2016).

Ao longo de 13 anos, Argemiro Teixeira Leite Filho, analisou como os produtores da Amazônia perderam mais de 8.5 bilhões de dólares devido às quebras de safra, sendo o equivalente a 602.4 milhões de dólares por ano (LEITE FILHO, 2022). Essa quantidade demonstra como o setor agrícola do Brasil é sensível às condições climáticas e pode enfrentar grandes perdas devido à seca ou ao excesso de chuvas, devido à complexidade territorial do Brasil e sua diversidade geográfica.

Segundo a base de dados de todos os satélites do mundo da UCS (Union of Concerned Scientist), o Brasil tem 13 satélites próprios em órbita, sendo 4 deles utilizados para observação da terra, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Satélites Brasileiros

País	Proprietário/operador	Função	Satélites
Brasil	Embratel Star One	Comunicação	7
Brasil	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Observação da Terra	3
China/Brasil	Administração Espacial Nacional da China (CNSA) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Observação da Terra	2
Brasil	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Observação da Terra	1
Brasil	DirecTV Latin America e Intelsat	Comunicação	1
Brasil	Telebras e Força Aérea Brasileira	Comunicação	1
EUA/Japão/Brasil	NASA, Agência Meteorológica do Japão e Agência Espacial Brasileira	Observação da Terra	1

Fonte: INSPER, 2022.

Além disso, é possível visualizar que o Brasil tem acesso a outros 3 satélites de observação da Terra, em conjunto com outros países. Previsões climáticas de longo prazo, em sua maioria, são realizadas em colaborações internacionais, como a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a Administração Espacial Nacional da China (CNSA). Segundo Miguel (2016), há um contraponto, esse fato pode deixar o país à mercê de outros países para produzir suas próprias previsões.

2.4 Colaboração Setor Público-Privado

Segundo White (2022), com o apoio financeiro do governo às empresas, promove-se a criação de empregos especializados e a expansão de uma indústria vital para a resiliência nacional. O setor privado desempenha um papel indispensável na previsão do tempo, complementando os esforços dos órgãos governamentais, resultando sua participação em maior diversidade de dados, modelos e técnicas, levando a previsões mais precisas e oportunas. Além disso, empresas privadas podem investir em pesquisa, inovação e infraestrutura para o avanço da ciência meteorológica.

A empresa SpaceX pretende lançar mais de 40.000 satélites para conseguir cobrir a maior área possível, e assim, alcançar o objetivo da internet global (RHODEN 2022). Segundo a base de dados de satélite da UCS atualizada em 1 de janeiro de 2023, existem 6.718 satélites, dos quais, pelo menos 2.500 satélites pertencem a empresa SpaceX, de Elon Musk, demonstrando como o incentivo público poderia facilitar o interesse em lançamentos de satélites brasileiros.

O satélite Amazônia-1, o qual foi lançado em 2021, teve o seu teto estipulado em 130 milhões de reais (SILVA, 2021). Enquanto esse é o primeiro satélite 100%

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo científico, foi consultado artigos científicos acerca do assunto apresentado, além da averiguação de boletins informativos das agências de previsões climáticas internacionais, como a NOAA, OMM, CNSA, JMA,

BM, assim como, os boletins informativos dos principais órgãos nacionais, como o INMET, INPE, CEMADEN.

Foi utilizada a base de dados dos satélites em órbita existentes da USC Satellite Database, com o objetivo de comparar a situação atual de satélites brasileiros, com os outros membros do BRICS. Foi analisado o demonstrativo de resultado do maior aeroporto brasileiro, como fonte base dos valores reais do prejuízo que uma situação climática de risco pode trazer ao setor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir daqui, inicia-se uma reflexão acerca dos impactos encontrados e seus efeitos na economia e população brasileira. Como disse Leite Filho, a perda econômica de produtores agrícolas da Amazônia passa de 600 milhões de dólares. Prejuízo que afeta diretamente os portos, que costumam ser os responsáveis pelo transporte dos produtos agrícolas. Por isso, os satélites, responsáveis por fornecer informações cruciais no monitoramento do clima de forma barata, prevenindo desastres naturais, além de gerenciar a agricultura e o meio ambiente são tão importantes para a previsão econômica do país, como afirma o autor Barros.

A amostragem da tabela abaixo foi retirada da base dos dados da USC Satellite Database, com o intuito de comparar a quantidade de satélites próprios dos países pertencentes ao BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul).

Tabela 1 – Satélites Próprios dos Países do BRICS

China	Rússia	Índia	Brasil	África do Sul
493	167	58	13	5

Fonte: USC Satellite Database

Com essa base, é possível compreender que apesar dos investimentos existentes, o Brasil está atrasado na produção de satélites próprios, principalmente, levando em consideração sua necessidade por conta de sua extensão territorial, podendo levar o país a dependência de outras nações para realizar uma previsão climática, como disse Miguel.

Outro departamento diretamente prejudicado pelas alterações climáticas é o setor aeroportuário, já que a decisão de fechamento das vias aéreas em situações climáticas de risco é de responsabilidade da organização federal Infraero, impedindo decisões influenciadas pelos interesses econômicos corporativos.

A tabela abaixo mostra a receita do primeiro trimestre de 2023, que segundo o demonstrativo de resultado do aeroporto de Guarulhos (GRU) foi de 675,4 milhões de reais, dividida pelos períodos de mês, dia, mês, hora e minuto, para que seja possível analisar o possível prejuízo financeiro que o aeroporto sofreria com o fechamento das vias aéreas por condições climáticas.

Tabela 2 – Receita Líquida 1º Trimestre GRU 2023

Receita	Receita	Receita	Receita
liquida por mês:	liquida por dia:	liquida por hora:	liquida por minuto:
R\$	R\$	R\$	R\$ 5.072,53
219.133.333,33	7.304.444,44	304.351,85	

Fonte: GRUAIROPORT, 2023

Utilizando os dados da tabela como referência, em um caso fictício, se a Infraero proibir o aeroporto de Guarulhos de realizar voos por duas horas, haveria um prejuízo em torno de R\$608.703,70. Caso a Infraero consiga avaliar a situação com precisão e liberar, de forma segura, antes do tempo estipulado inicialmente, diga-se que de 25 minutos, o aeroporto de Guarulhos teria uma redução de prejuízo em torno de R\$126.813,25.

Levando em consideração que o satélite Amazônia-1, conforme citado pelo autor Silva e pelo boletim do INMET, teve o seu teto estipulado em 130 milhões de reais, e utilizando como referência o exemplo acima, com um possível prejuízo de 2 horas do aeroporto analisado, seria possível desenvolver pelo menos 3 satélites novos que auxiliaram na prevenção climática, prevenindo maiores prejuízos para a economia brasileira.

Consolidando os pensamentos de White e Miguel, a colaboração entre os

setores público e privado é um ponto fundamental para fortalecer a capacidade das comunidades em responder a eventos climáticos extremos, fornecendo informações importantes para a tomada de decisões em diferentes setores, como agricultura, energia e transporte, afastando-se da subordinação de coleta de dados precisos de outras nações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o artigo, compreende-se a complexidade que envolve uma previsão meteorológica mais confiável e como o uso de imagens de satélite desempenham um papel crucial no monitoramento climático.

É possível dizer que devido a extensão territorial do Brasil, o país possui satélites e recursos insuficientes em comparação a outros países de mesma significância econômica, ficando evidente como o investimento e incentivo do setor público é fundamental para que o Brasil se desenvolva nesta questão.

Por isso, para reduzir a quantidade de prejuízos nos setores afetados por fatores climáticos desfavoráveis, sugere-se que o setor público crie facilitadores e incentivos para as empresas privadas, promovendo a colaboração setor público-privado em nosso país, como foi analisado em outros. Seria interessante identificar quais players podem ser possíveis investidores no desenvolvimento de satélites brasileiros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO, Senado Federal. “Brasil perde para Argentina na corrida por satélites, afirma especialista” por Djalba-Lima. Brasília, 2015. Disponível em <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/11/05/brasil-perde-para-argentina-na-corrida-por-satelites-afirma-especialista>>. Acesso em: 15 de outubro. 2023.

BARROS, Pedro Henrique Batista de; FREITAS JUNIOR, Adirson Maciel de. Combinando Inteligência Artificial e imagens de satélite para a previsão de sinistros agrícolas: Uma nota. Revista Brasileira de Economia, v. 77, p. e012023, 2023.

BERTAGLIA, Rodrigo. Modernização dos sistemas de navegação aérea no Brasil e seus benefícios para aviação geral. 2021.

BOM, Bureau of Meteorology. Agência governamental meteorológica do governo da Austrália. Melbourne, 2023. Disponível em:<<http://www.bom.gov.au/>>. Acesso em: 27 de setembro. 2023.

CÂMARA, Gilberto; CASANOVA, Marco A.; MAGALHÃES, Geovane C. Anatomia de sistemas de informação geográfica. 1996.

CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Órgão governamental. São José dos Campos, 2023. Disponível em:<<https://www.gov.br/cemaden/pt-br>>. Acesso em: 28 de setembro. 2023.

CNSA, China National Space Administration. Administração Espacial Nacional da China. Pequim, 2023. Disponível :<<https://www.cnsa.gov.cn/english/>>. Acesso em: 27 de setembro. 2023.

DOS SANTOS, Marciana Alves et al. Representatividade dos gastos no resultado do aeroporto internacional de Corumbá–MS. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2013.

GOOS, Sistema Brasileiro de Observação dos Oceanos. Programa Nacional de Boias (PNBOIA). Disponível em:<<http://www.goosbrasil.org/pnboia/>>. Acesso em: 24 de setembro. 2023.

GRUAIRO, Aeroporto Internacional de Guarulhos. Informações financeiras para os investidores. Guarulhos, 2023. Disponível em:<<https://ri.gru.com.br/informacoes-aos-investidores/informacoes-financeiras/>>. Acesso em: 14 de outubro. 2023.

ICA, Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Minas Gerais, “Mudanças climáticas podem provocar perdas no PIB de R\$ 3,5 a R\$ 8 bilhões por ano” por Tarik Marques do Prado Tanure. Montes Claros, 2020. Disponível em:<<https://www.ica.ufmg.br/?noticias=mudancas-climaticas-podem-provocar-perdas-no-pib-de-r-35-a-r-8-bilhoes-por-ano>>. Acesso em: 24 de setembro. 2023.

IGNÁCIO, Sérgio Aparecido. Importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão. Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD, n. 118, p. 175-192, 2010

INFRAERO, Operador de aeroporto. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Brasília, 2023. Disponível em:<<https://www4.infraero.gov.br/>>. Acesso em: 14 de outubro. 2023.

INMET/RADAR, Instituto Nacional de Meteorologia. Dados do Comando da Aeronáutica / DECEA. Brasília, 2023. Disponível em:<<https://portal.inmet.gov.br/produtos/radar>>. Acesso em: 24 de setembro. 2023.

INMET/SATELITE, Instituto Nacional de Meteorologia. Projeções de Satélites. Brasília, 2023.
Disponível em: <<https://satelite.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 24 de setembro. 2023.

INPE/CBERS, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. CBERS, satélite de observação da Terra. São José dos Campos, 2023. Disponível em: <<http://www.cbers.inpe.br/>>. Acesso em: 24 de setembro. 2023.

INSPER, Instituto de Ensino e Pesquisa. Base de dados reúne informações sobre quase 5 mil satélites em operação. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://www.insper.edu.br/noticias/base-de-dados-reune-informacoes-sobre-quase-5-mil-satelites-em-operacao/>>. Acesso em: 18 de outubro. 2023.

IPMET, Instituto de Pesquisas Meteorológicas. Unidade Complementar da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Bauru, 2023. Disponível em: <<https://www.ipmetradar.com.br/2satelite.php>>. Acesso em: 23 de setembro. 2023.

JMA, Japan Meteorological Agency. Agência Meteorológica do Japão. Chiyoda, 2023. Disponível em: <<https://www.data.jma.go.jp/multi/index.html?lang=pt>>. Acesso em: 23 de setembro. 2023.

MET, Meteorological Office. Serviço nacional de meteorologia do Reino Unido. Exeter, 2023. Disponível em: <<https://www.metoffice.gov.uk/about-us>>. Acesso em: 23 de setembro. 2023.

MIGUEL, Jean Carlos Hochsprung; ESCADA, Paulo; MONTEIRO, Marko. Políticas da Meteorologia no Brasil. Revista Brasileira de História da Ciência, v. 9, n. 1, p. 36-50, 2016.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. Administração Oceânica e Atmosférica Nacional, Departamento do governo dos Estados Unidos. Washington, D.C., 2023. Disponível em <<https://www.noaa.gov/weather>>. Acesso em: 23 de setembro. 2023.

OMM, Organização Meteorológica Mundial. Notícias meteorológicas sobre temperaturas extremas. Genebra, 2023. Disponível: <<https://news.un.org/pt/tags/omm>>. Acesso em: 27 de setembro. 2023.

RHODEN, Maria Luiza Frozza et al. SISTEMA STARLINK CONECTANDO O PLANETA. Anais da Feira de Ciência, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense do Campus Concórdia, v. 5, n.1, p. 87-87, 2022.

ROMAN, Diego et al. Modelagem computacional de dados: um sistema de tomada de decisão para gestão de recursos agrometeorológicos-SIAGRO. 2007.

SAPUCCI, Luiz Fernando et al. Aplicações dos valores do IWV provenientes das redes de receptores GPS para suporte à previsão numérica de tempo no Brasil. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 32, p. 49-55, 2008.

SILVA, Wayrone Klaiton Luiz; GRANDE, Eliana Tiba Gomes; DE OLIVEIRA, Daniela Cabral. Estudo do satélite brasileiro Amazonia-1 E de sua trajetória: Mapeamento Sistemático e Análise Documental dos Artefatos Históricos–Oficiais. Research, Society and Development, v. 11, n. 2, p.e29011225894-e29011225894, 2022.

SMA, Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Previsões climáticas voltadas para o agronegócio, fundação ABC. Castro, 2023. Disponível<https://sma.fundacaoabc.org/monitoramento/satelite/goes_16_cptec>. Acesso em: 23 de setembro. 2023.

UCSUSA, Union of Concerned Scientists. UCS Satellite Database. Cambridge, 2023. Disponível em:<<https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>>. Acesso em: 18 de outubro. 2023.