

**XIII** Colóquio Brasileiro  
de Ciências  
Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

**25** Anos

*Conectando mentes e  
provendo conhecimento*

# ANÁLISE DA VARIAÇÃO VERTICAL DE ESTAÇÕES GEODÉSICAS UTILIZADAS NO CONTROLE DE ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS DA **RMPG** ENTRE 2015 E 2023

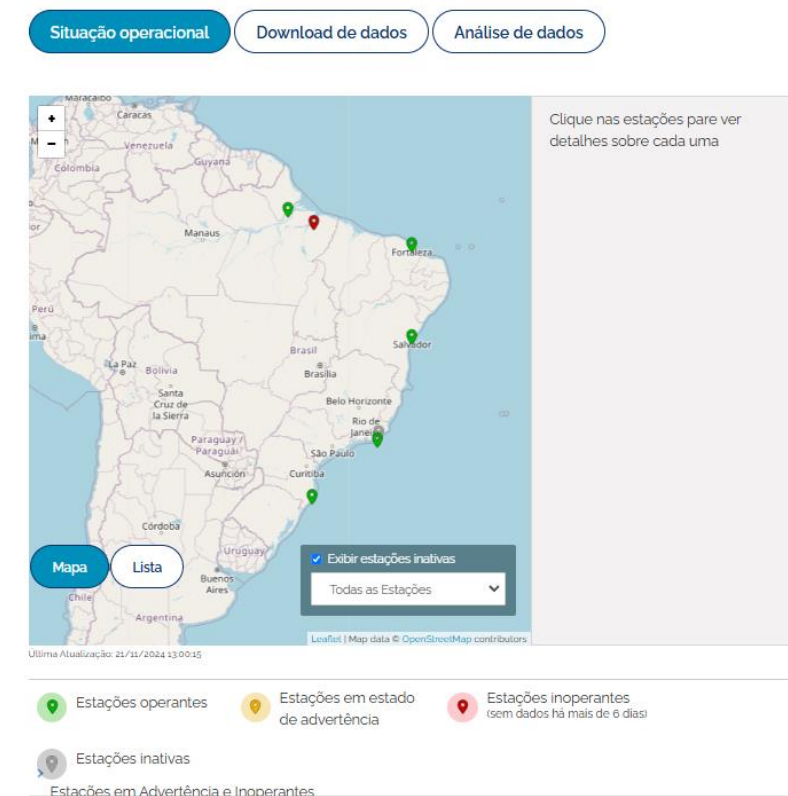
*Everton Gomes dos Santos, Jéssica Caroline dos Santos Siqueira, Salomão Soares*

IBGE

# Introdução

- O IBGE mantém seis marégrafos ativos ao longo da costa
- do país - Rede Maregráfica Permanente para Geodésia – RMPG
- (23 anos/sensores digitais – 26 anos/sensores analógicos)

Dados diários e situação operacional



<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/10842-rmpg-rede-maregrafica-permanente-para-geodesia.html?=&t=dados-diarios-e-situacao-operacional>


# Configuração da rede



Estação maregráfica de  
Belém (PA)

- Dois sensores de nível digitais (RADAR/ENCODER)
- Régua de marés
- Dois sistemas de transmissão de dados (GSM/GOES)
- Sensores meteorológicos complementares (direção e velocidade do vento, precipitação, temperatura e umidade e pressão atmosférica)

# Contribuição Internacional

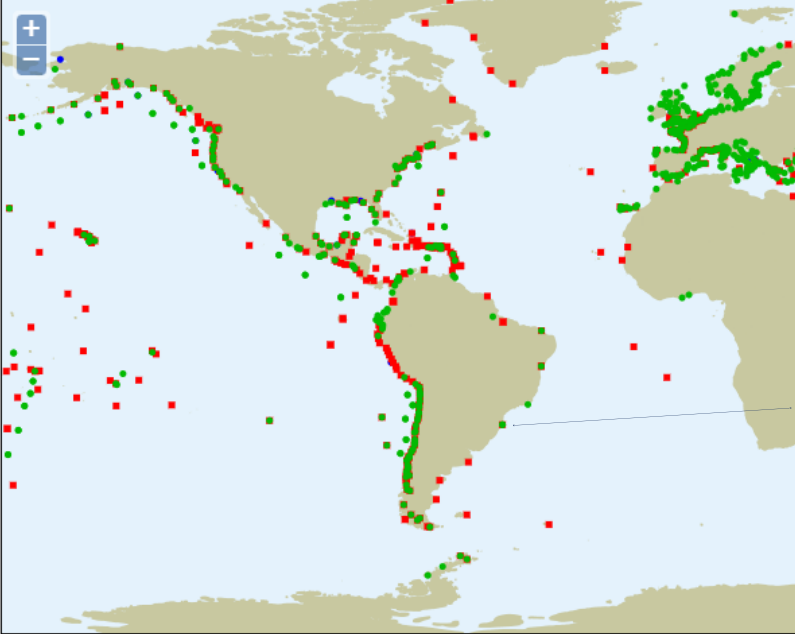


## SEA LEVEL MONITORING FACILITY

Intro
Map
Station lists
Station details
Services & FAQ
GLOSS
Catalog

**Sealevel stations**  
Status at 2024-11-21 16:55 GMT

[Disclaimer](#) Plot: Active stations Show: Status



Lat: -27.07 Lon: 66.48

[previous station]
Station Porto de Imbituba at GMT
[next station]

[more details]
[show data]
[show on map]
[monitor]

Station metadata	
Code	imbt2
Country	Brasil
Location	Porto de Imbituba
Status	Operational
Local Contact	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil)
GLOSS core ID	351 <a href="#">[goto handbook]</a>
Long-term MSL data	UHSLC 718 (2001-2010) PSMSL 1916 (2001-2007) PSMSL 542 (1948-1968)
Latitude	-28.231111
Longitude	-48.650556
Connection	WEB service
Sensor 1	
Type of sensor	enc (float sensor with encoder)
Sampling rate (min)	1
Sensor 2	
Type of sensor	rad (radar)
Sampling rate (min)	1

Period: 12h day 7 days 30 days

Tip: use left icons to zoom & scroll

Signals:

enc (float sensor with encoder)

rad (radar)

Remove outliers

Remove spikes

Data:

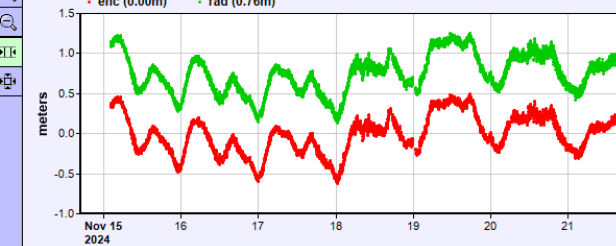
Relative levels = signal - median over selected period

Absolute levels = as received

Offset signals = relative levels + offset

### Sealevel at Porto de Imbituba station + offset

• enc (0.00m) • rad (0.76m)

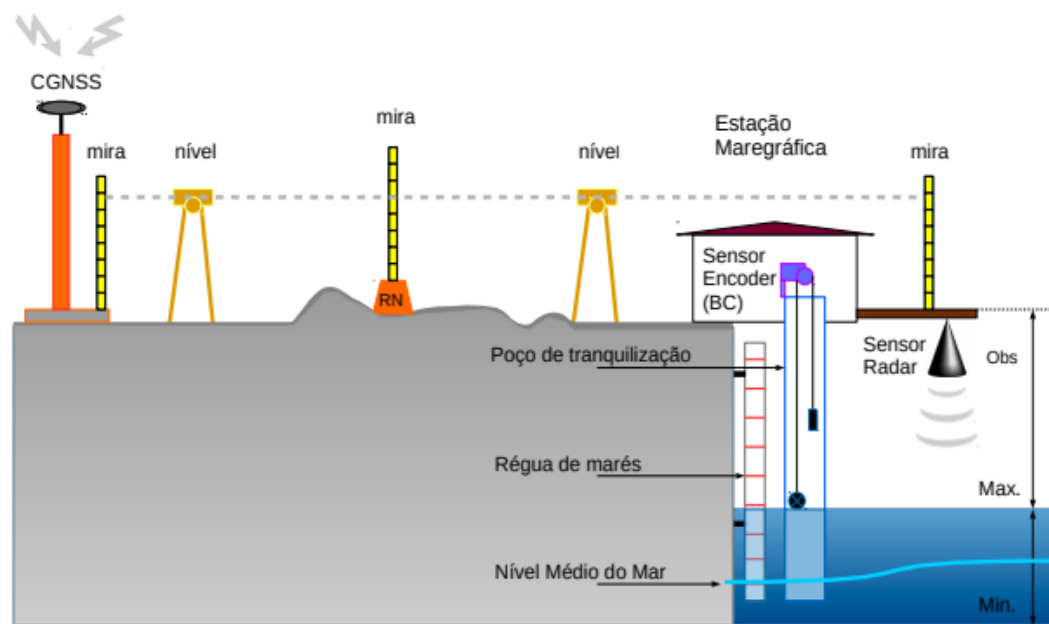


From 2024-11-14 16:58+00:00 to 2024-11-21 16:58+00:00 © IOC-VLIZ

use the control buttons in upper left part of map.  
• Or use the [KML file](#).

Site developed and maintained by VLIZ for UNESCO/IOC
[disclaimer](#) | [contact](#)

# Controle Geodésico de Estações Maregráficas – CGEM



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

- Verificação periódica da
- estabilidade da referência vertical dos sensores de nível do mar
- Detectar e quantificar movimentos verticais de origem não oceânica que
- eventualmente afetem as observações maregráficas

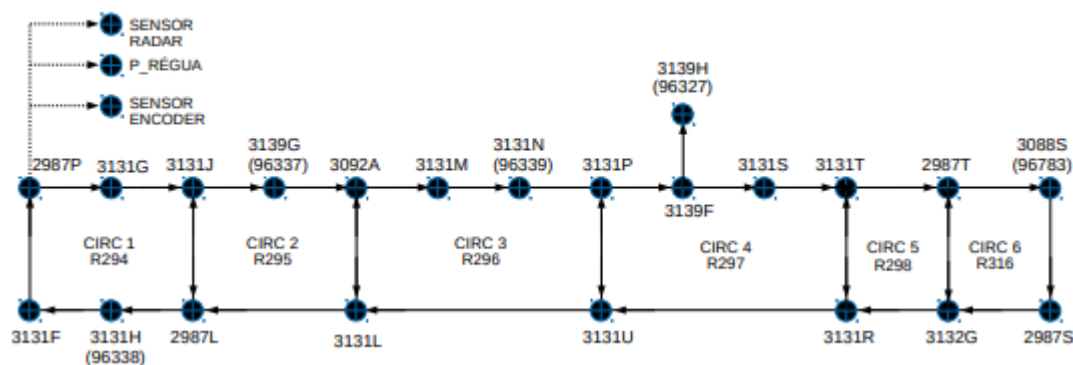




# Objetivo

- Análise da variação da movimentação vertical local de estações geodésicas utilizadas no controle de estações maregráficas da RMPG entre 2015 e 2023
- Discutir brevemente aspectos sobre a classificação de estações geodésicas utilizadas nos circuitos de controle da RMPG

ARRAIAL DO CABO

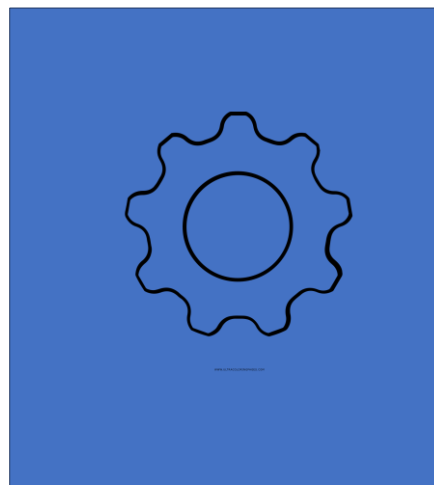


# Metodologia

Coleta de  
dados



Ajustamento MMQ  
(Software Ghost)



Análise temporal  
(Script em Python)



# Resultados

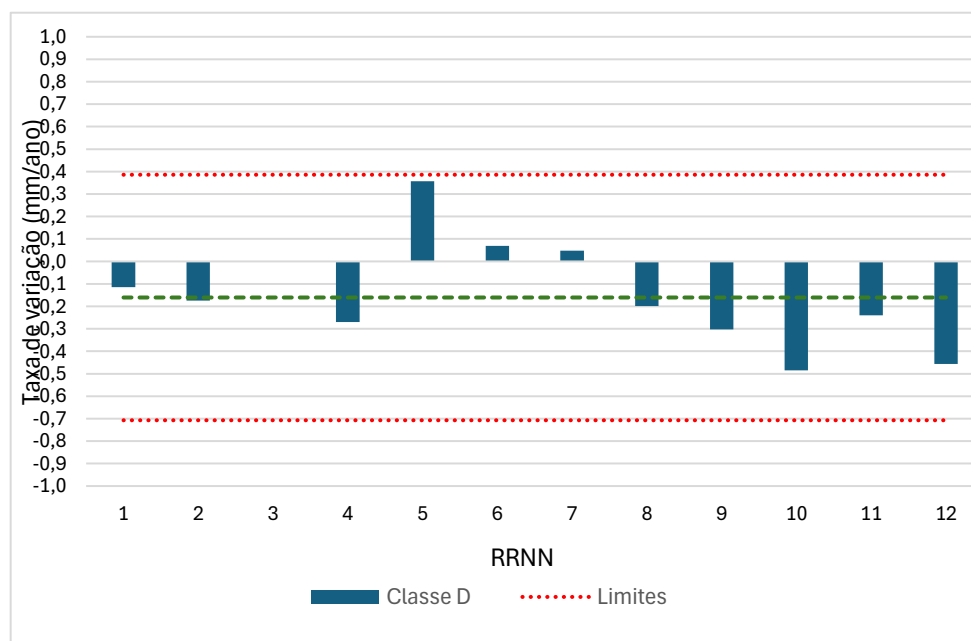
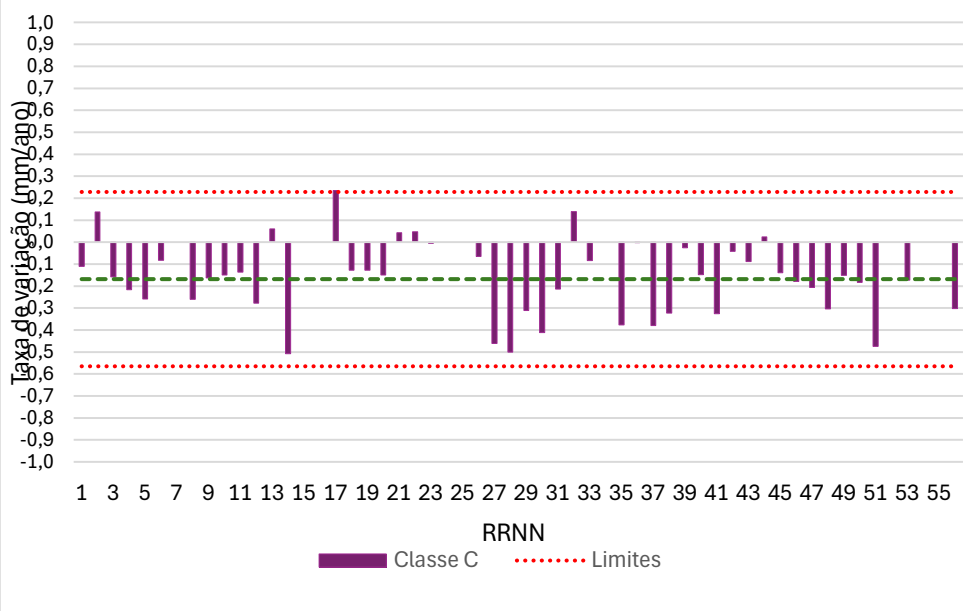
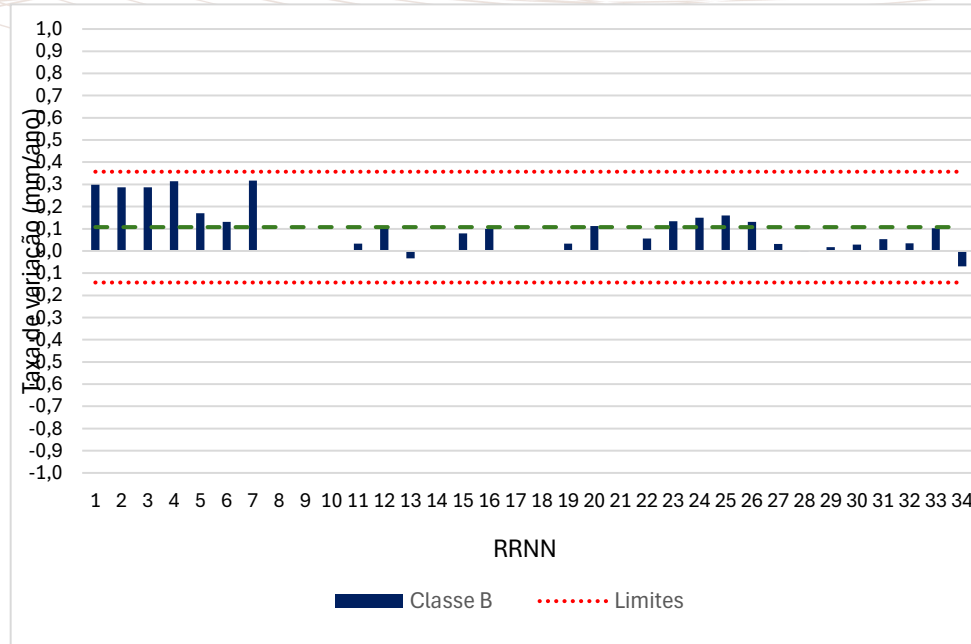
Ajustamento/ano	Menor erro detectável (mm) ( $\alpha_0 = 0,1\%$ , $\gamma_0 = 80\%$ , $\delta_0 = 4,13$ )						Aceitação
	Máximo		Médio		Mínimo		
	$\nabla l_{0i}$	$\nabla l_i$	$\nabla l_{0i}$	$\nabla l_i$	$\nabla l_{0i}$	$\nabla l_i$	
2015	6,53	0,78	3,63	0,33	0,99	0,00	sim
2016	6,54	1,54	3,01	0,41	0,58	0,01	sim
2017	6,68	0,28	3,95	0,18	1,58	0,01	sim
2018	7,30	0,99	4,08	0,34	1,95	0,07	sim
2019	6,67	0,45	3,95	0,14	1,56	0,00	sim
2022	6,60	1,36	3,49	0,37	0,58	0,01	sim

Ajustamento (ano)	$\sigma_0^2$	$\theta_0^2$	Grau de liberdade	$\chi^2$	Intervalo de confiança ( $1 - \alpha = 95\%$ )		Aceitação da hipótese nula
2015	1	0,19	14	2,68	5,63	26,12	não
2016	1	0,18	18	3,23	8,23	31,53	não
2017	1	0,07	7	0,49	1,69	16,01	não
2018	1	0,27	7	1,89	1,69	16,01	sim
2019	1	0,05	9	0,45	2,70	19,02	não
2022	1	0,14	9	1,29	2,70	19,02	não



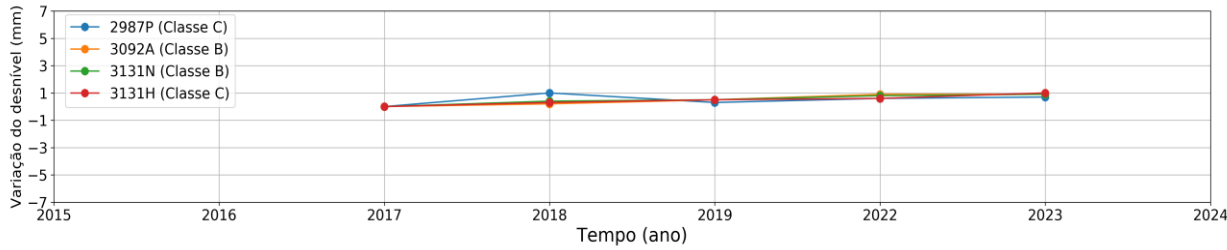
# Resultados

	Classe B (mm)	Classe C (mm)	Classe D (mm)	Total (mm)
Média	0,11	- 0,17	- 0,16	- 0,15
Desvio	0,08	0,13	0,18	0,24
Lim.Sup	0,36	0,23	0,39	0,32
Lim.Inf.	- 0,14	- 0,57	- 0,71	- 0,62

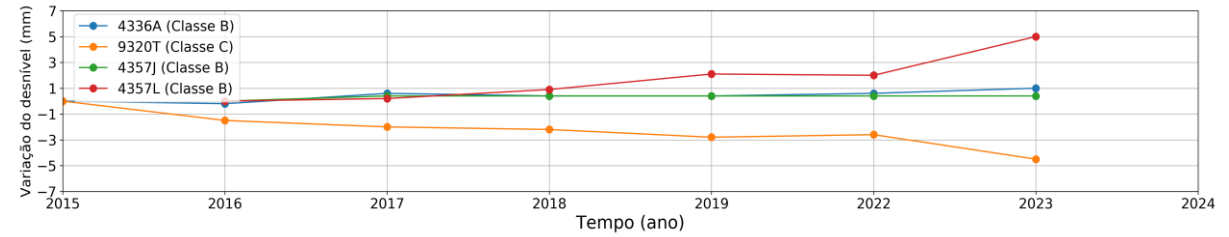


# Resultados

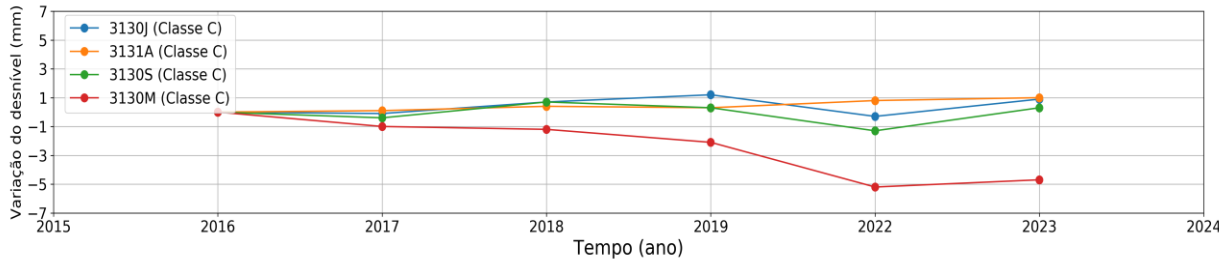
## Arraial do Cabo



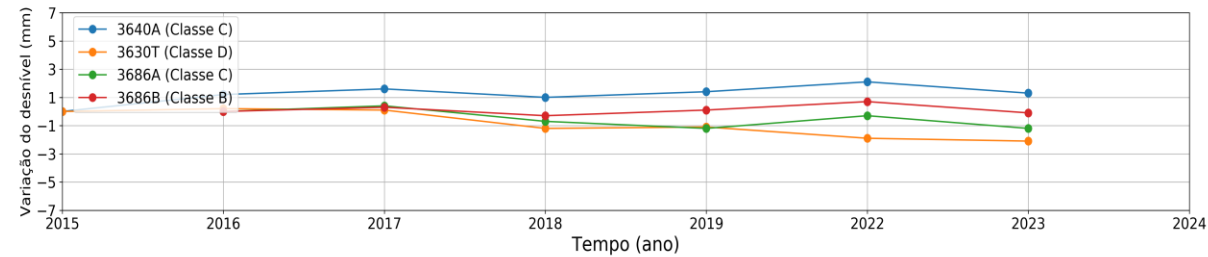
## Fortaleza



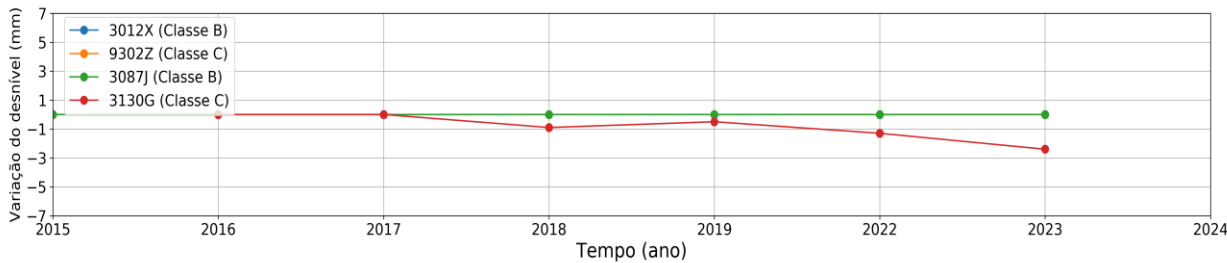
## Belém



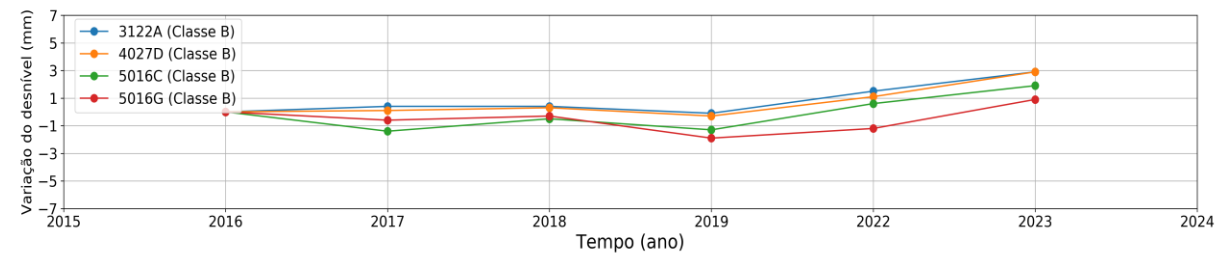
## Salvador



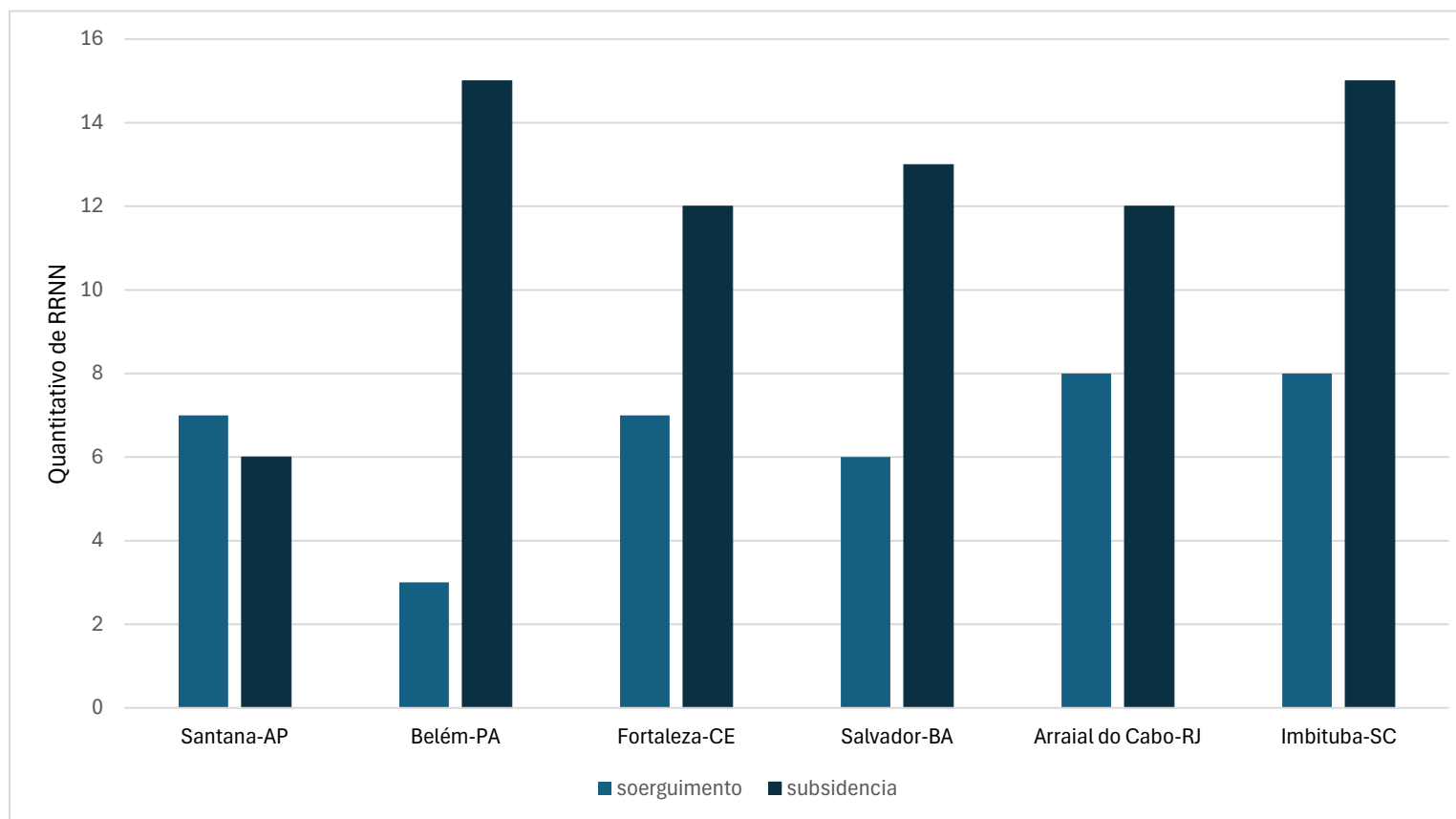
## Imbituba



## Santana



# Resultados



# Considerações finais

- A aplicação e análise de alguns controles de qualidade empregados à redes de nivelamento a fim de conhecer a confiabilidade dos resultados dos ajustamentos executados apontaram a **boa qualidade do CGEM**;
- Estruturas inicialmente consideradas robustas podem ser **afetadas pela dinâmica local**, o que compromete a qualidade da manutenção da posição vertical da RN. Os circuitos de controle apresentaram, em sua maioria, significativa estabilidade temporal com taxa média de - 0,15 mm/ano;
- De modo geral, observou-se que as RRNN de classificação C e D possuem estabilidade temporal
- significativa. Isso indica que, mesmo em locais com estruturas precárias, pode haver estabilidade devido à baixa dinâmica do ambiente.

# Considerações finais

- Esta pesquisa buscou apontar caminhos para aprimorar o estudo temporal da variação vertical de RRNN, a fim de que possam servir como referências confiáveis para diversos fins;
- Constatou-se a necessidade de **aprimoramento de descritivos**, ou seja, termos mínimos e obrigatórios que devem constar na descrição do tipo construtivo de estações geodésicas;
- Aprofundar a análise da relação entre as **propriedades geológicas regionais e as oscilações verticais** registradas, pode contribuir para a identificação de possíveis fatores causais subjacentes a essas flutuações;
- **Conhecendo as taxas de variação temporal é possível priorizar campanhas em tempos de restrição de recursos.**



# Referências

- [1] HAILEGEBEREL, M.; GLASSMIRE, K.; JOHNSON, A.; SAMANT, M.; DUSEK, G. User's Guide to Vertical Control and Geodetic Leveling for CO-OPS Observing Systems. 1. ed. Silver Spring, 2018. 69 p. Disponível em: [https://tidesandcurrents.noaa.gov/publications/Users\\_Guide\\_to\\_Vertical\\_Control\\_and\\_Geodetic\\_Leveling\\_for\\_CO-OPS\\_Observing\\_Systems-May\\_2018.pdf](https://tidesandcurrents.noaa.gov/publications/Users_Guide_to_Vertical_Control_and_Geodetic_Leveling_for_CO-OPS_Observing_Systems-May_2018.pdf)
- [2] CRAYMER, M. Geodetic adjustment using Helmert blocking Of Space and Terrestrial data. 2017. Disponível em: <http://www.naref.org/ghost/>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- [3] SEO, S. A Review and Comparison of Methods for Detecting Outliers in Univariate Data Sets. 56 f. Dissertation (Master of Science) -Graduate School of Public Health in partial fulfillment, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, 2006. Disponível em: <http://d-scholarship.pitt.edu/7948/1/Seo.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- [4] SANTOS, E. G. dos; SOARES, S.; KLEIN, I. Avaliação da Variação Vertical Local Voltada à Integridade de Séries Temporais Maregráficas. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 74, n. 4, p. 1003–1028, 2022. DOI: 10.14393/rbcv74n4-66090. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/66090>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- [5] PYTHON. Documentação da linguagem Python. Página de documentação. Disponível em: <https://docs.python.org/pt-br/3/>. Acesso em: 25 jul. 2024.

# Portal da RMPG (Lançamento)

O que é

Parcerias

Sobre a publicação

Acesso ao produto

Publicações

Saiba mais

Dados diários e situação  
operacional

Observação do nível do mar

Previsão de Maré

Observações Meteorológicas

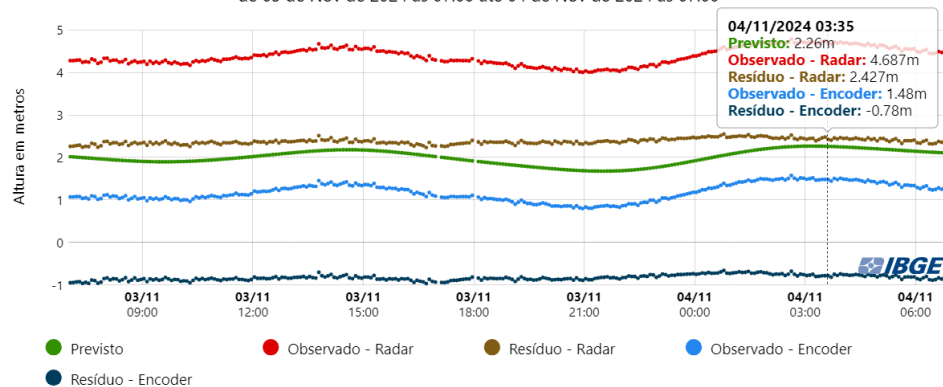
Relatório Descritivo de Estação  
Meteomaregráfica

Downloads

Notícias e Releases

## Observação, previsão e resíduo no nível do mar Estação Maregráfica de Imbituba | SC

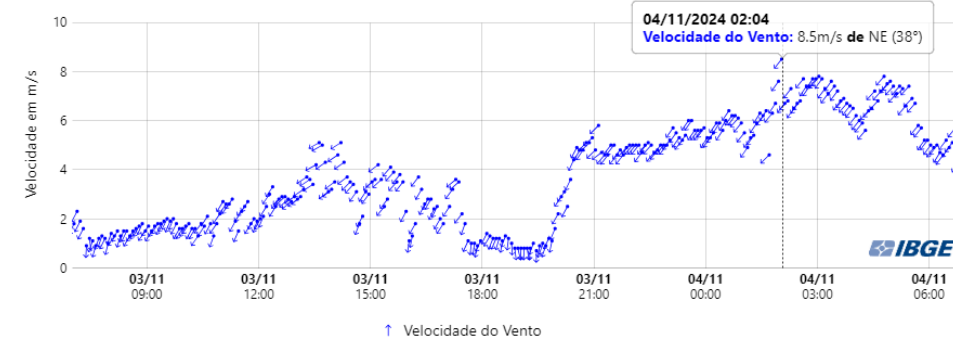
de 03 de Nov de 2024 às 07:00 até 04 de Nov de 2024 às 07:00



As previsões astronômicas foram geradas utilizando observações do sensor radar e sua referência. As componentes harmônicas referem-se às séries anuais que apresentaram melhor consistência entre os níveis observados e os respectivos valores previstos resultantes da análise espectral por mínimos quadrados.

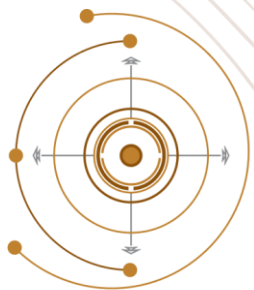
## Velocidade e direção do vento - Estação Maregráfica de Imbituba | SC ...

de 03 de Nov de 2024 às 07:00 até 04 de Nov de 2024 às 07:00



Unidade de medida da velocidade:

m/s      km/h



# XIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

# 25 Anos

*Conectando mentes e  
provendo conhecimento*

## AGRADECIMENTO



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## REALIZAÇÃO



Curitiba, 26 a 29 de novembro de 2024