

Impacto de Enchentes na Infraestrutura de TIC no Rio Grande do Sul

Leandro Bertholdo, Renan Paredes, Gabriela Marin, Cesar Loureiro, Milton Kashiwakura, Pedro Marcos

UFRGS, FURG, Nic.br



Introdução

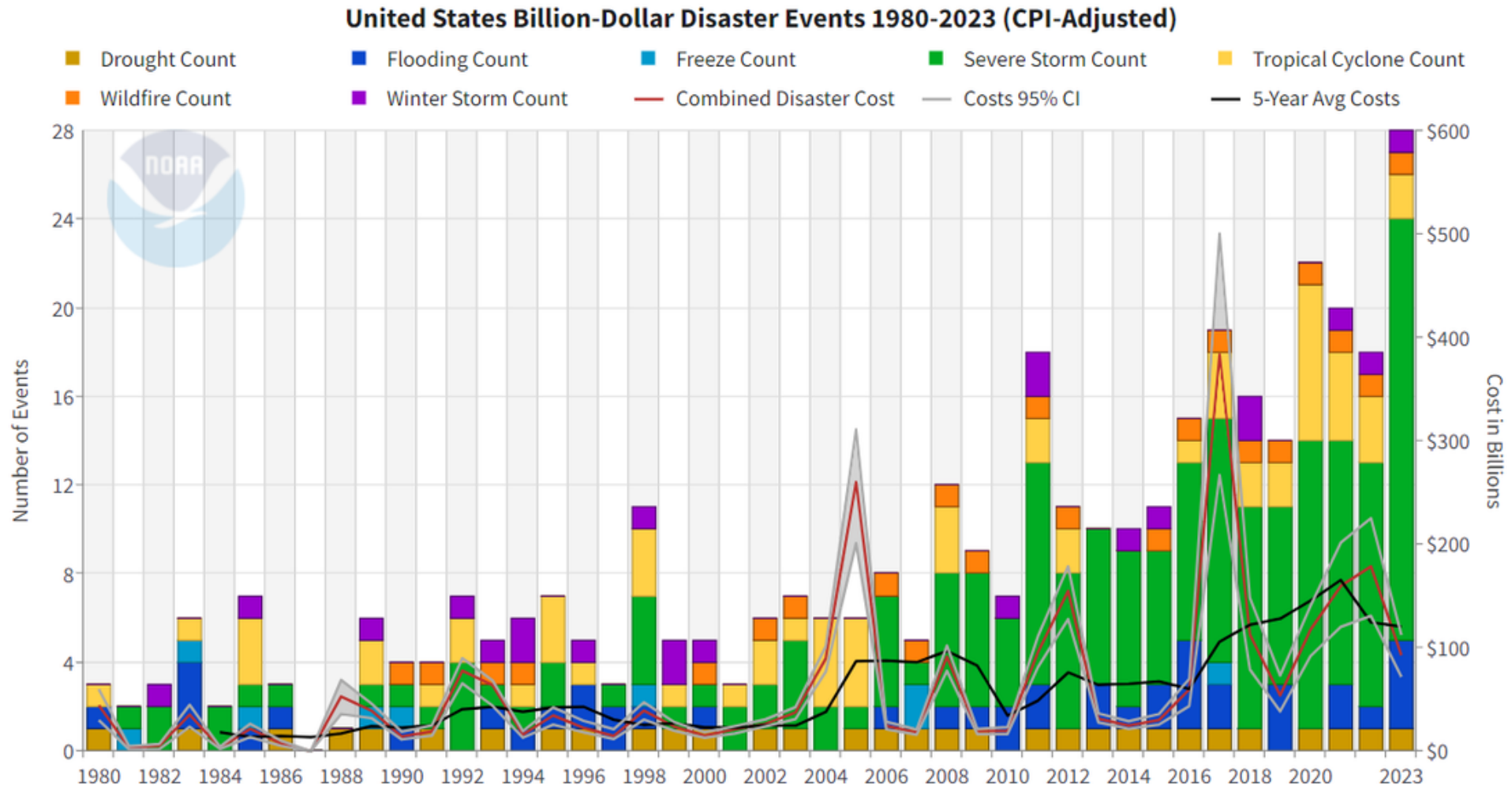
Problema:

Como a frequência e intensidade de eventos climáticos extremos influenciam a vulnerabilidade das infraestruturas de TIC em cenários de desastres?

Objetivo:

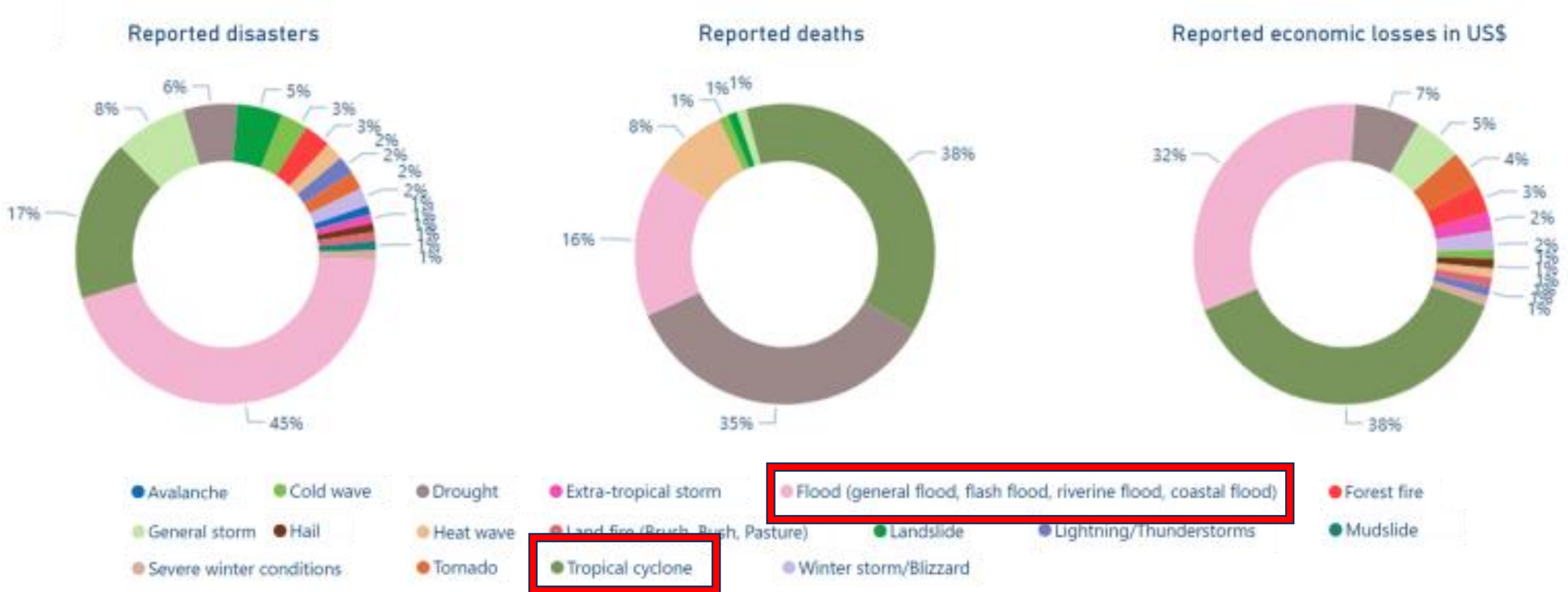
Analisar os impactos da enchente de 2024 no RS e propor medidas para aumentar a resiliência.

Eventos climáticos estão mais frequentes?



Source: www.climate.gov

Eventos mais comuns globalmente: Inundações e ciclones tropicais > 50%



Source: [World Meteorological Organization \(WMO\)](https://www.wmo.int)

Metodologia

- **Área de estudo:** Estado do Rio Grande do Sul
- **Período de coleta de dados:** Abril à Outubro de 2024
- **Fontes de dados:**
 - Redes de fibra óptica,
 - Data centers,
 - Circuitos de longa distância,
 - Percepção de qualidade da Internet pelos usuários da região
 - Impacto no IX.RS

<https://github.com/systems-furg/RSFloodsDataset>

Onde estão os Dados?

The screenshot shows the GitHub repository page for **RSFloodsDataset** by **RPBBarreto**. The repository is public and has 1 branch and 0 tags. The user profile shows 6a18550 commits last week and 54 total commits. The repository contains several folders, each with a commit message and a timestamp. The folders listed are DC-1, DC-2, Datacenters-poa, ISP-1, ISP-2, ISP1, MetroFiber-1, MetroFiber-2, MobileOperator-1, geo-hydric-maps, ix-data, mobile-operator1, and simet.

Folder	Commit Message	Timestamp
DC-1	ren	2 months ago
DC-2	Rename datacenters/DC-2/readme.md t...	2 months ago
Datacenters-poa	dcpoa	2 months ago
ISP-1	Update README.md	2 months ago
ISP-2	x	2 months ago
ISP1	isp	2 weeks ago
MetroFiber-1	ren	2 months ago
MetroFiber-2	Update README.md	2 months ago
MobileOperator-1	x	2 months ago
geo-hydric-maps	Update README.md	2 months ago
ix-data	up	last week
mobile-operator1	isp	2 weeks ago
simet	Create readme.md	2 months ago

A sequência de eventos
e o impacto na região

2022 Tempestades





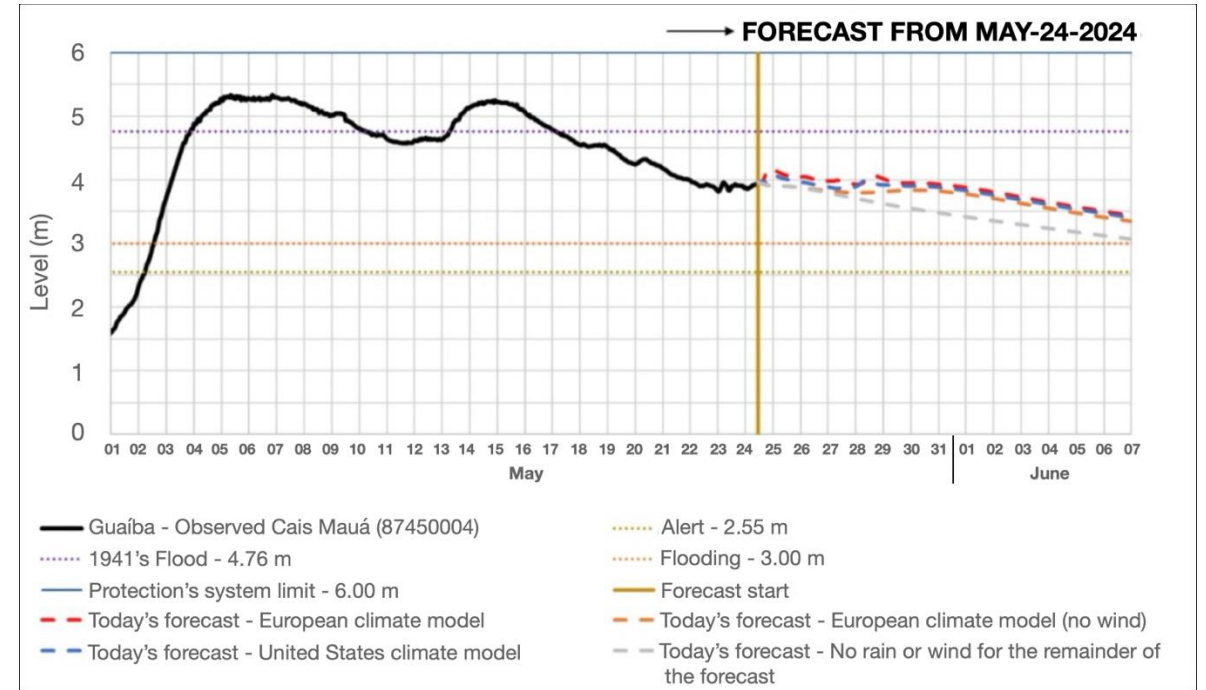
Contraste térmico e El Niño: especialistas explicam sequência de 9 ciclones no RS em 3 meses

De acordo com a Climatempo Meteorologia, chuva deve ficar acima da média histórica nos meses de outubro, novembro e dezembro

Junho a Dezembro de 2023

Nov-2023





Maio de 2024

Source: IPH/UFRGS --- Instituto de Pesquisas Hidrológicas da UFRGS



Topologia de Porto Alegre



A bacia do Guaíba

- 2,3 milhões de pessoas
- 300 mil lares
- 478 municípios
- 149 mortes registradas
- 39 desaparecidos

Sistema de proteção da cidade de Porto Alegre

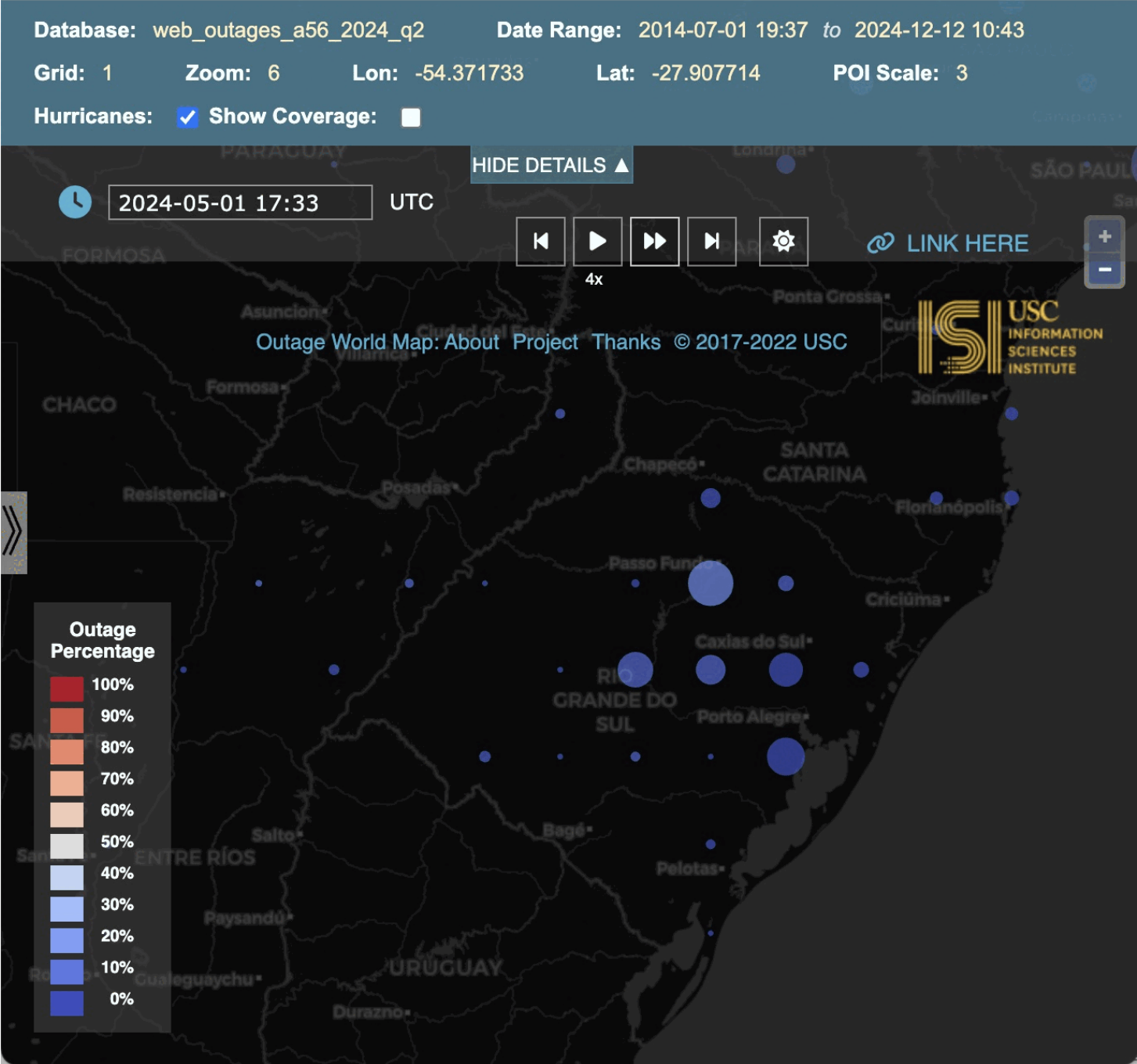
- 68 km de Diques
- Muro de Proteção com 3m de altura e 2.647m de comprimento
- 14 Comportas
- 19 Estações de Bombeamento



Data	Evento
2024-04-27	Tempestade atinge Vale do Rio Pardo. 1200 raios em Porto Alegre inviabilizando manutenção de cabos de fibra.
2024-04-29	Chuva vento e granizo causam falta de energia e isolamento de comunidades. Inmet emite alerta vermelho.
2024-04-30	Primeiras mortes registradas com estradas bloqueadas e pontes destruídas. Emergência declarada.
2024-05-01	Chuvas causam deslizamentos e inundações e evacuações. RNP/PoP-RS isolado.
2024-05-03	Sistema de proteção da cidade de Porto Alegre falha e a cidade é inundada.
2024-05-04	Data center ELEA-POA2 desligado.
2024-05-05	Rio Guaíba atinge pico histórico de 5.35 metros. Estradas interrompidas.
2024-05-06	Roaming liberado em redes de celular. Data centers PROCERGS e Scala interrompem operações
2024-05-07	Falhas em circuitos de dados isolam universidades hospitais e centros de pesquisa.
2024-05-09	PROCERGS PoP-RS/RNP e CPFL-T compartilham infraestrutura para mover o gabinete de crise do governo
2024-06-01	Rio Guaíba cai abaixo do nível de inundação
2024-06-03	Rio Guaíba volta a subir ultrapassando o nível de inundação
2024-06-07	Rio Guaíba retorna ao seu leito depois de um mês.

Linha do tempo de eventos em Maio-2024

A visão do evento
via trinocular
(outage.ant.isi.edu)



O impacto em TIC

Quais os Impactos na Infraestrutura de Telecomunicações registrados com dados

- **Danos físicos:**

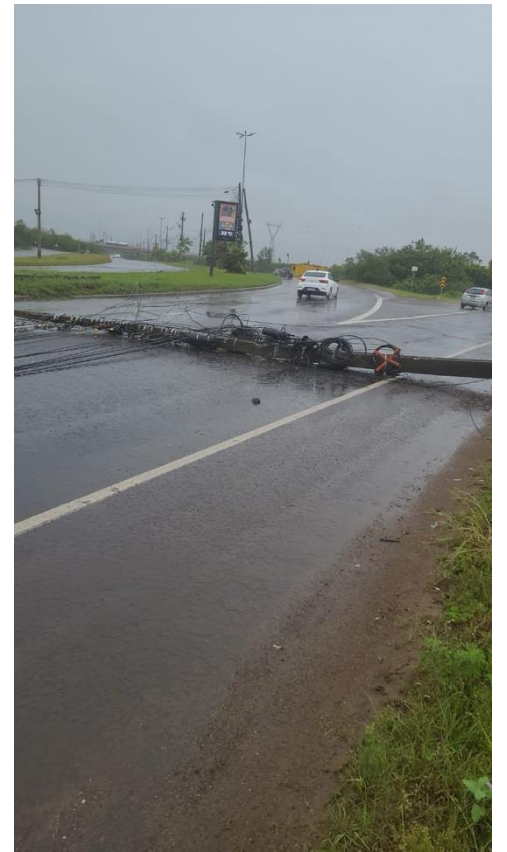
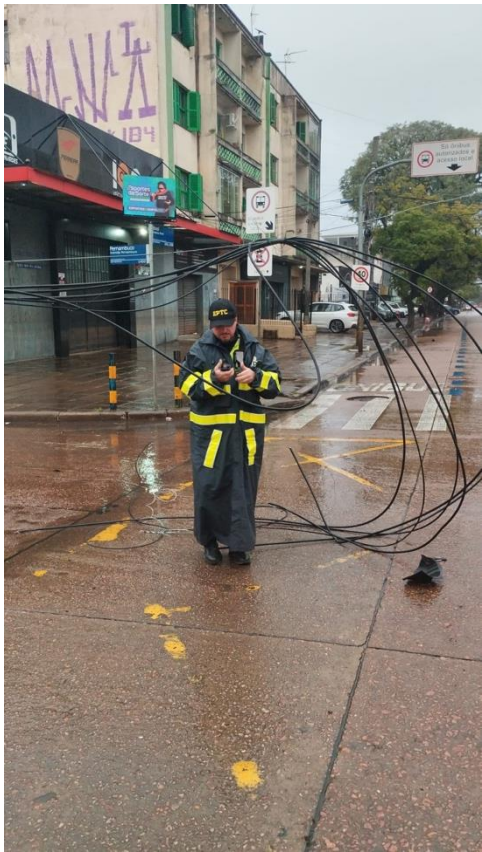
- Postes e redes danificados (ex. Corte de cabos em resgates, caminhões)
- Datacenters inundados (benefícios fiscais ao 4o. Distrito)

- **Interrupção de serviços:**

- Semanas sem energia (geradores no subsolo ou térreo)
- Dificuldade de manter geradores abastecidos (andares altos)

- **Degradação da qualidade dos serviços:**

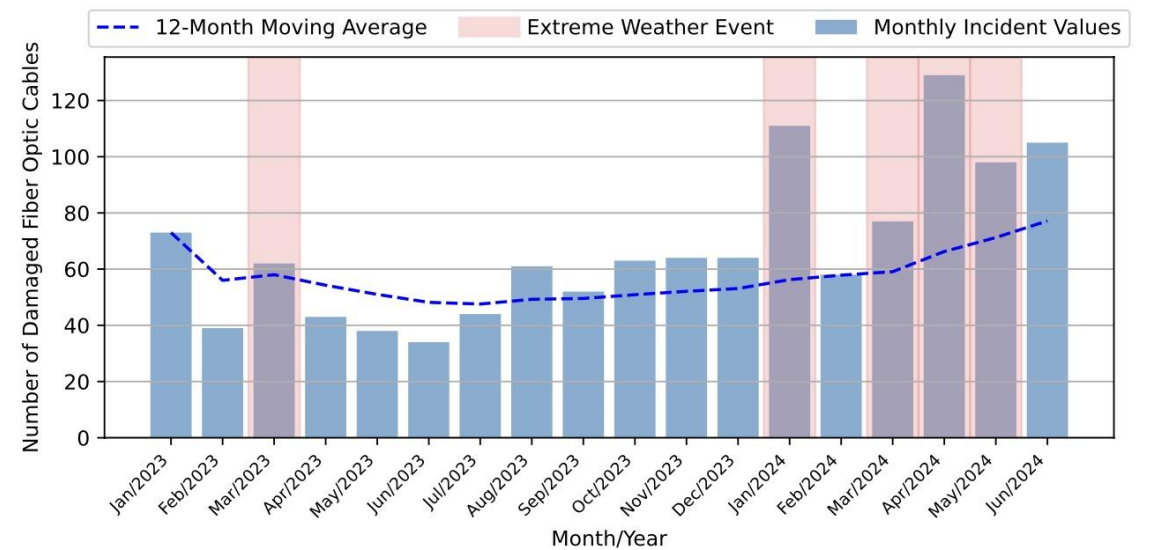
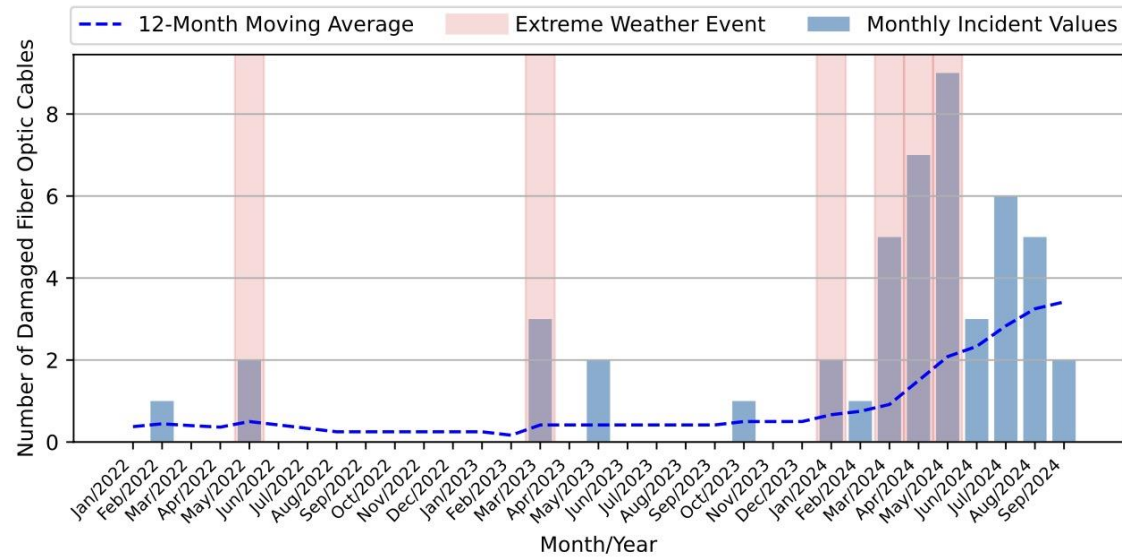
- Redes móveis diretamente afetadas
- Redes 5G tem alcance de ~600 metros da antena



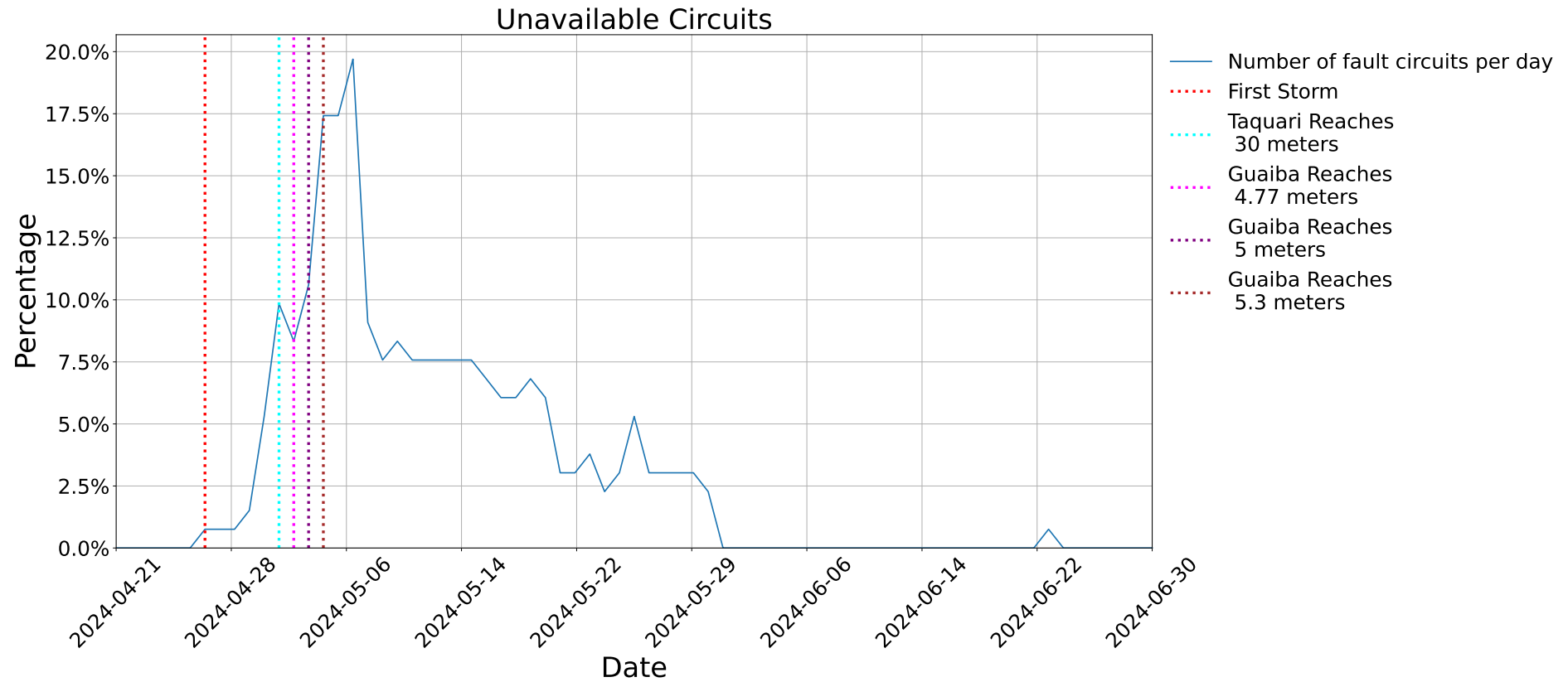
Danos Físicos em infraestutura de Telecom

Redes Opticas

- Ciclone Yakecan em maio de 2022
- Tempestades em março de 2023
- Tempestades em janeiro de 2024
- Tempestades em março de 2024
- Enchente significativa em maio de 2024



Circuitos WAN

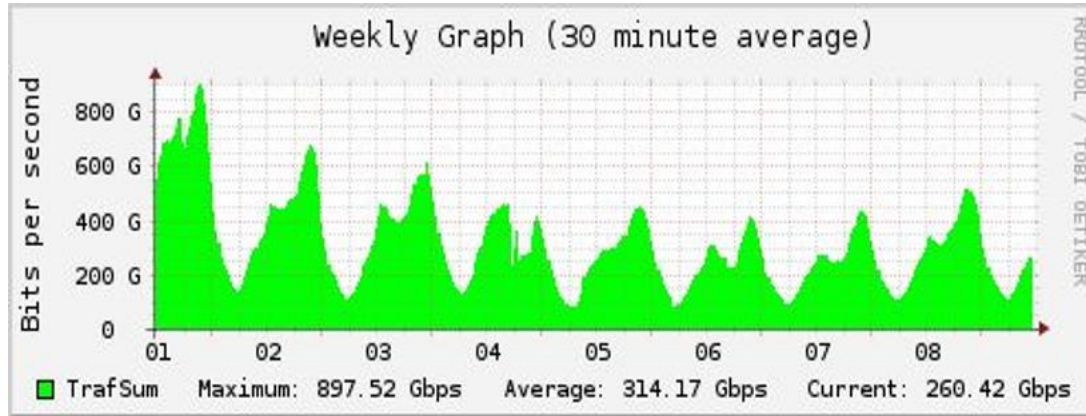


Datacenters

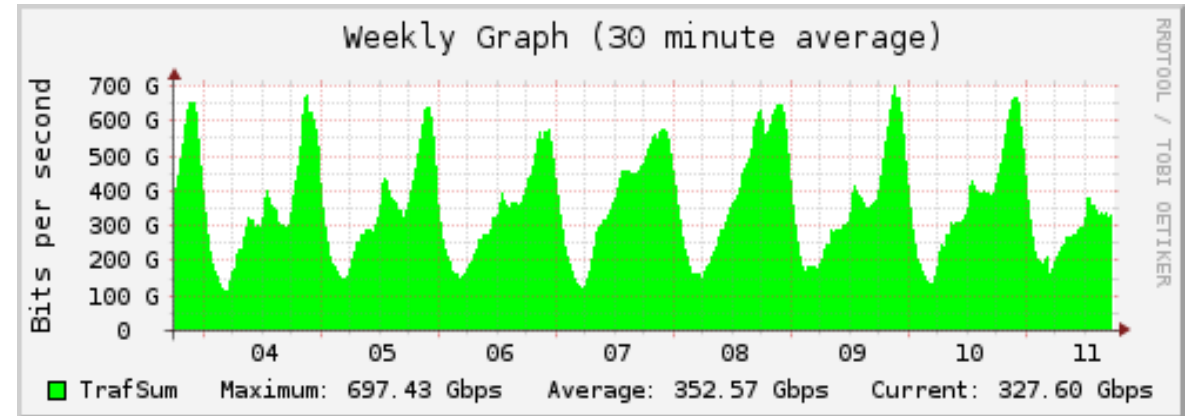
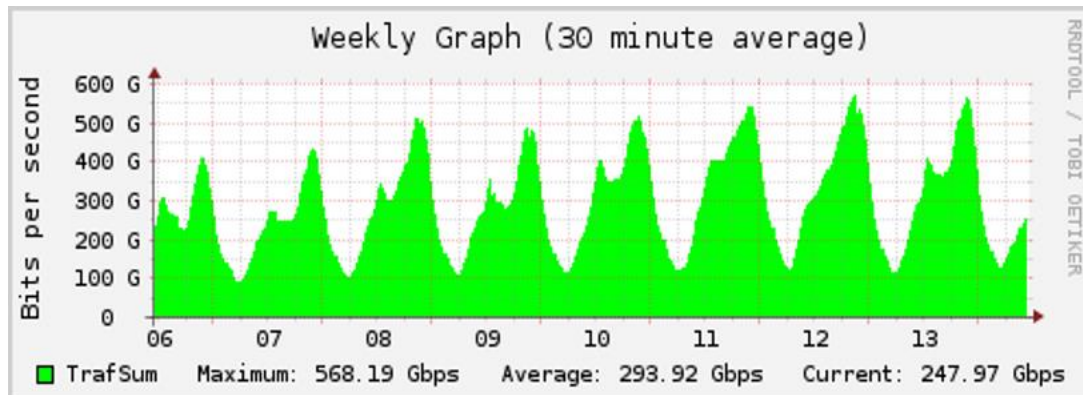
- 21 datacenters de 35 ficaram
- inoperantes



IX.RS (Porto Alegre)

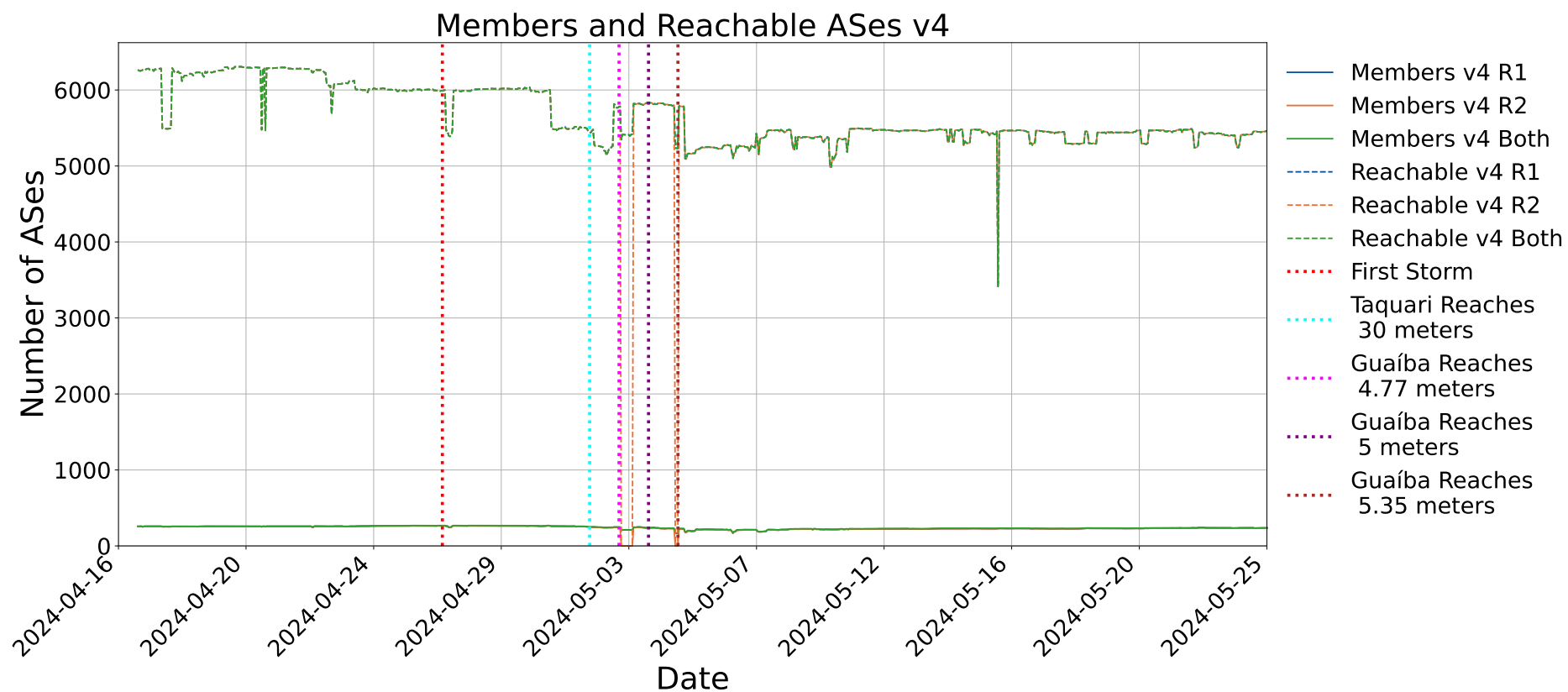


Maio de 2024

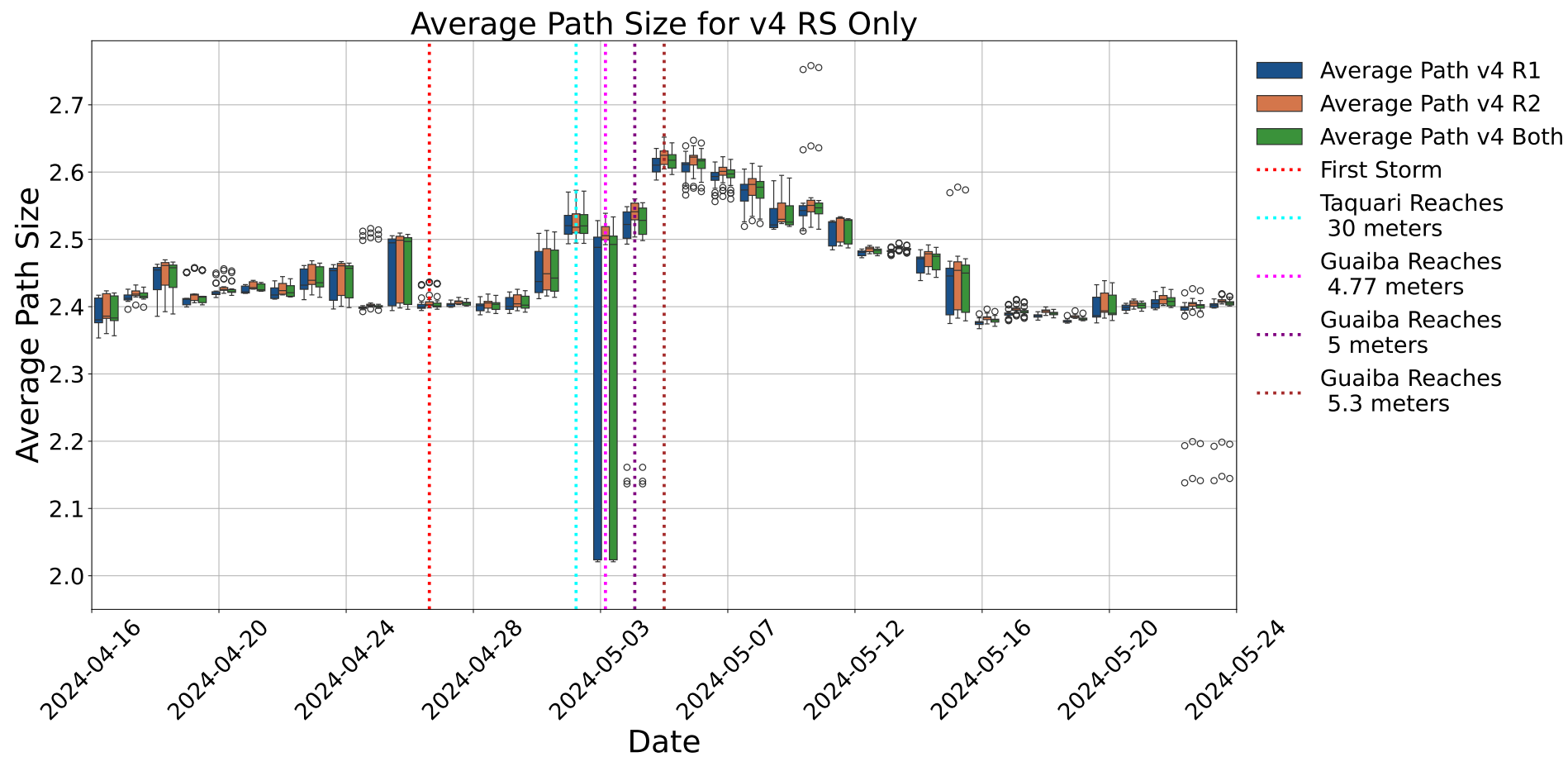


Dezembro de 2024

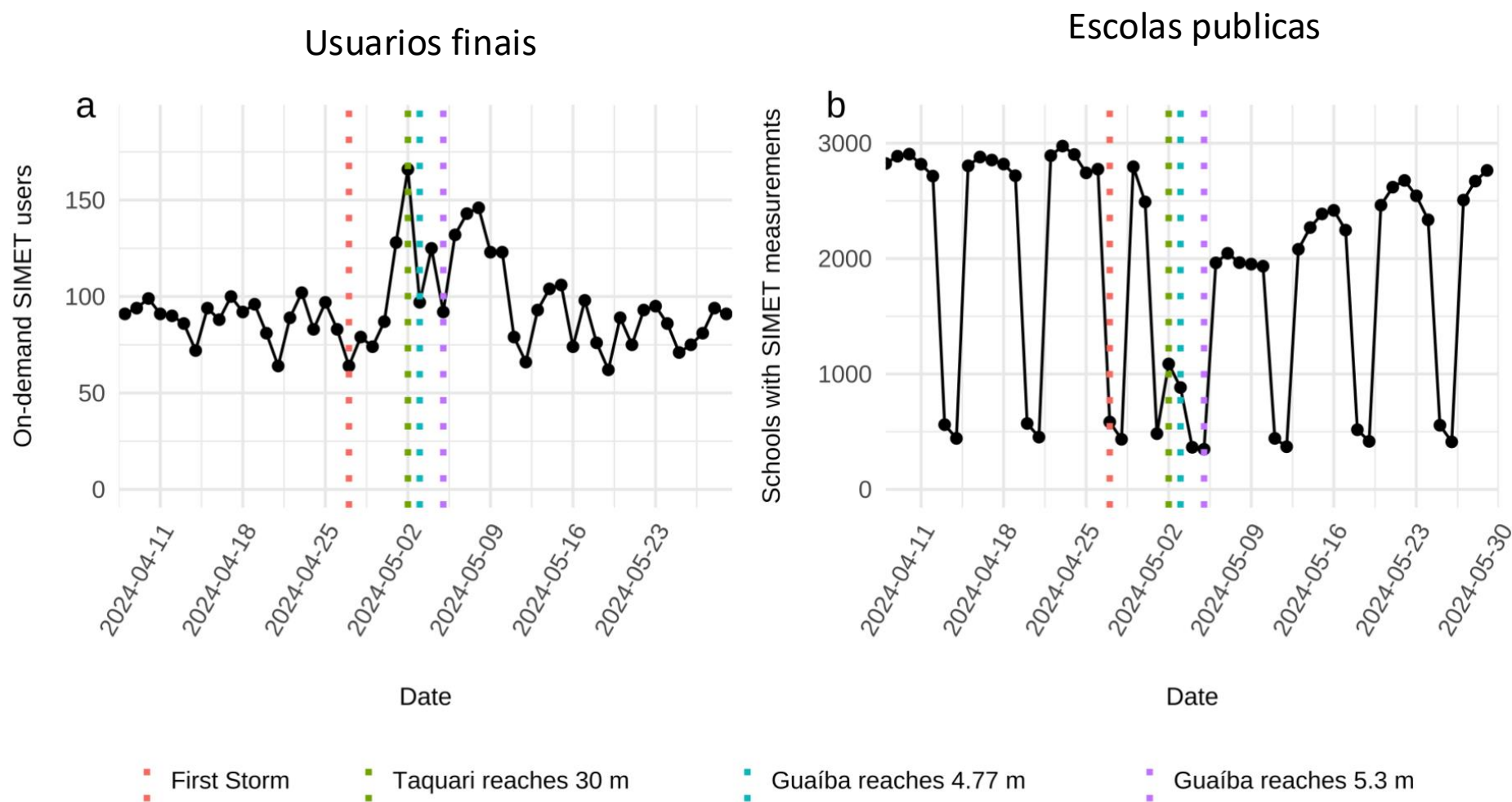
Membros alcançáveis IPv4



Tamanho médio dos caminhos (AS_PATH)

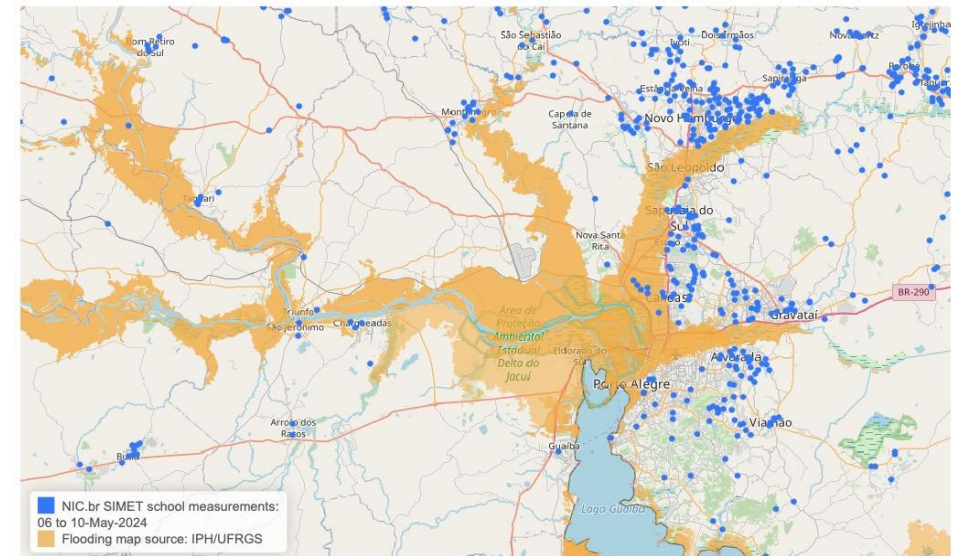
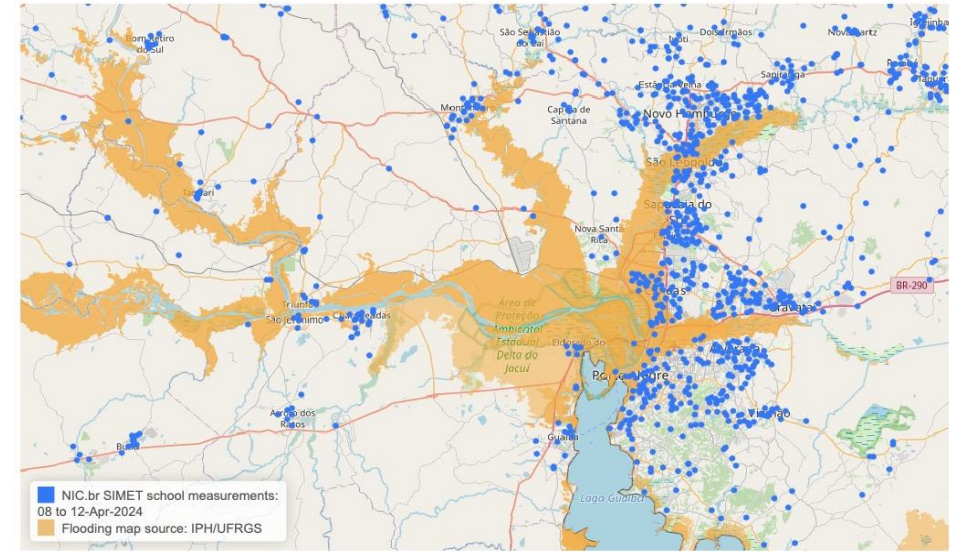


Medições de qualidade de Internet na área



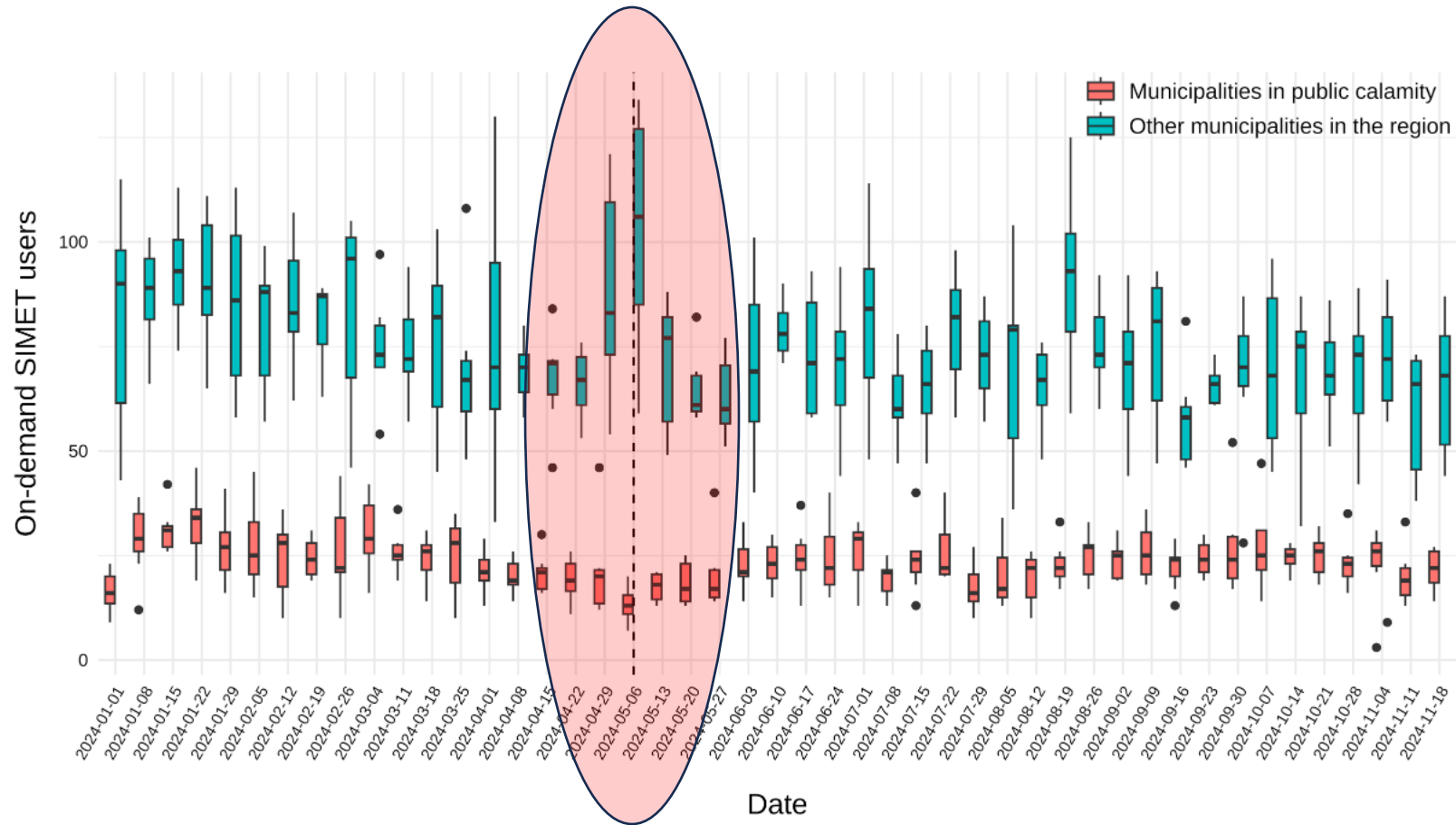
Escolas utilizando SIMET

Semana anterior ao evento



Semana crítica do evento

Medição de qualidade do SIMET permite identificar o comportamento dos usuários





É possível se preparar para o inevitável?

Como os ISPs
operaram durante
o evento?



Lições Aprendidas (1)

Importância da infraestrutura subterrânea:

- Redes de fibra subterrâneas mostraram-se mais resilientes a eventos climáticos extremos do que as aéreas.
- Brasil tem 1% de rede subterrânea (energia e telecom)
- São Paulo 10% de rede subterrânea
- Porto Alegre 9% de rede subterrânea
- Cidades resilientes devem priorizar a colocação de caminhos ópticos primários no subsolo e criar planos de contingência para interconexões alternativas em emergências.

Lições Aprendidas (2)

Gestão de riscos:

- É crucial realizar análises de risco robustas em padrões de centros de dados, abrangendo todas as situações de terreno conhecidas e não apenas períodos recentes de 5-10 anos.
- Normas devem ser revistas (ISO 27000 e ISO 22237)

Esforços comunitários e colaboração:

- Colaborações entre provedores de ISP, centros de dados e agências governamentais foram cruciais para restaurar os serviços.
- Compartilhamento de equipamentos, cabos e recursos ajudou significativamente nos esforços de recuperação.
- Esse esforço deve ser estendido aos dados

Lições Aprendidas (3)

Preparação, medidas imediatas e resposta emergenciais:

- Liberar roaming gratuito em redes móveis teve alto impacto (equipes de resgate e voluntários utilizavam Whatsapp)
- Acesso de emergência a estradas para reparos de ISPs, foram fundamentais para manter a comunicação.
- Acesso a Internet e centros de computação foram fundamentais para previsões hidricas, organização de ações e manter a atividade economica.
- Alertas a população foram ineficientes (ex: sistemas de alerta por celular deve levar em conta geolocalização do dispositivo)

Adaptação e recuperação a longo prazo:

- Estratégias para realocação de serviços críticos para áreas seguras são essenciais (ex. Nuvem)
- A reconstrução deve priorizar resiliência para futuros eventos climáticos.
- Datacenter backup a pelo menos 30 Km do principal
- Provedores de serviços devem diversificar locais físicos e rotas de infraestrutura.

Ações: Cabos subterrâneos



LEI Nº 13.402, DE 21 DE MARÇO DE 2023.

Estabelece que as redes de infraestrutura de cabeamento para a transmissão de energia elétrica, de telefonia, de comunicação de dados via fibra óptica, de televisão a cabo e de outros cabeamentos deverão ser exclusivamente subterrâneas, revoga a Lei nº 10.337, de 28 de dezembro de 2007, e dá outras providências.

O PREFEITO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

Faço saber que a Câmara Municipal aprovou e eu, no uso das atribuições que me confere o inciso II do artigo 94 da Lei Orgânica do Município, sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Fica estabelecido que as redes de infraestrutura de cabeamento para a transmissão de energia elétrica, de telefonia, de comunicação de dados via fibra óptica, de televisão a cabo e de outros cabeamentos deverão ser exclusivamente subterrâneas.

Ações: Dados abertos!



The White House

Office of the Press Secretary

For Immediate Release

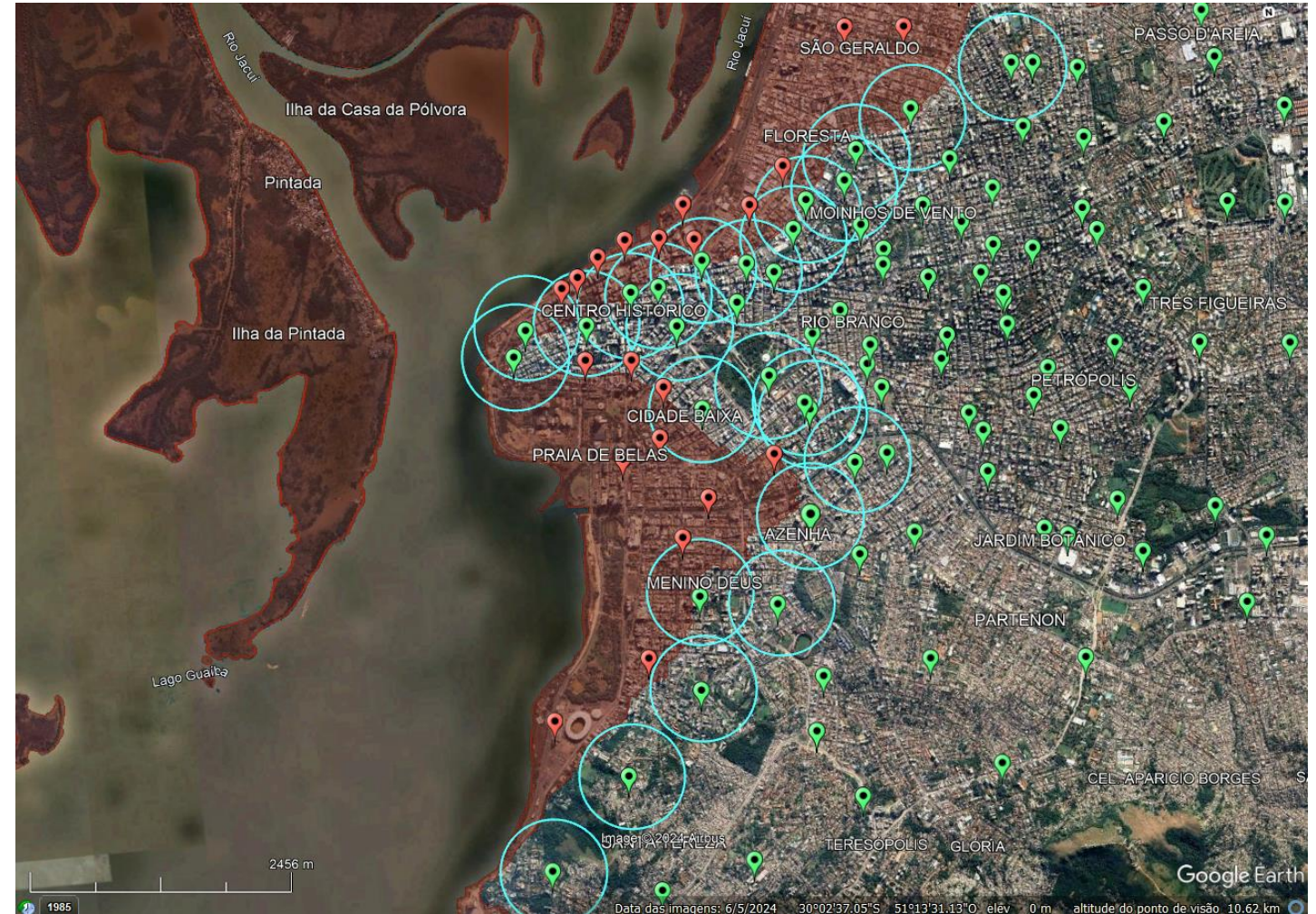
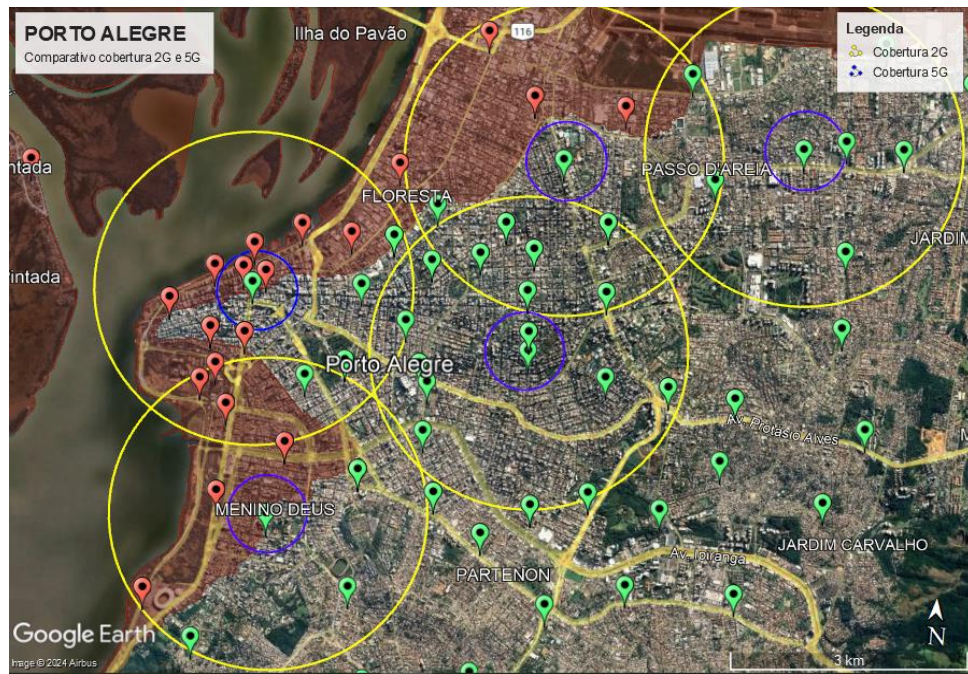
March 19, 2014

FACT SHEET: The President's Climate Data Initiative: Empowering America's Communities to Prepare for the Effects of Climate Change

"Climate change is a fact. And when our children's children look us in the eye and ask if we did all we could to leave them a safer, more stable world, with new sources of energy, I want us to be able to say yes, we did."- President Barack Obama, State of the Union Address, January 28, 2014

Through the Climate Data Initiative, the Obama Administration is today issuing a call to America's top private-sector innovators to leverage open government data resources and other datasets to build tools that will make America's communities more resilient to climate change and to forge cross-sector partnerships to make those tools as useful as possible. In response to this call to action, today's launch includes a number of commitments by Federal agencies and private-sector partners:

Desafios: Redes 2G e 3G versus 5G



Frequência	Tecnologia	Alcance Aproximado
700 MHz (Banda 28)	LTE (4G) / 5G	2 a 10 km
850 MHz (Banda 5)	GSM (2G) / UMTS (3G) / LTE (4G)	2 a 10 km
1800 MHz (Banda 3)	GSM (2G) / LTE (4G)	1 a 5 km
2100 MHz (Banda 1)	UMTS (3G) / LTE (4G)	1 a 5 km
2600 MHz (Banda 7)	LTE (4G)	1 a 4 km
3500 MHz (Banda n78)	5G	0,5 a 2 km



Muito Obrigado !

Entre em contato se você quiser colaborar com novos dados, pesquisas ou análises