“YouTube over 5G”

Captura de Tráfego e Visualização de *Traces* de Redes 5G no Brasil

Autor: **Arthur** Simas
Linkedin /in/arthursimas ; GitHub @arthursimas1

Orientador: **Christian** Rothenberg

INFORMATION & NETWORKING TECHNOLOGIES RESEARCH & INNOVATION GROUP

UNICAMP

Motivação

- Advento de **novas tecnologias** de transmissão de dados: 5G, Wi-Fi 6, Li-Fi, Redes Mesh, satélites de baixa órbita
- São feitas diversa estimadas de desempenho **laboratoriais**
- Pergunta: Como é o desempenho e a qualidade em **condições de uso reais**?

Algumas Técnicas de Avaliação

- Modelagem e Simulação
- *Wireless Sniffing* / *Air Sniffing*
- Telemetria das estações rádio base (por meio da operadora dos *sites*)
- Testes de Campo

Metodologia de coleta: Testes de Campo

- Samsung Galaxy S21 5G

Métricas da rede

- Ferramenta de coleta: G-NetTrack Pro
- Trajeto por uma área com cobertura 5G da operadora Claro (Centro de São Paulo, Av. Paulista…)

Métricas do conteúdo

- Ferramenta de coleta: PCAPdroid + PCAPdroid-mitm addon
- Playlist de vídeos de alta resolução (+4K) no YouTube Web Mobile
  - **Futuramente no aplicativo do YouTube!**

- Exportação dos arquivos produzidos na coleta
  - *.csv* dos *traces* 5G, *.pcap*
- Análise, limpeza, classificação, descrição…

Qualidade de Experiência (QoE)?

"**Medida da satisfação dos usuários** sobre um serviço digital, tal como uma aplicação, **serviço de streaming de vídeo**, ou website. É uma métrica importante para as empresas porque fornece uma visão sobre **como os usuários percebem a qualidade do seu serviço**. A QoE pode ser afetada por uma série de **fatores, como: latência, nervosismo, perda de pacotes, ocupação do buffer, velocidade de download/upload**, etc. Ao monitorizar a QoE, as marcas de telecomunicações e os fornecedores de ISP podem identificar problemas e tomar medidas para melhorar a qualidade do seu serviço. Em resumo, a QoE é uma ferramenta valiosa para **compreender e melhorar a experiência do usuário**"

– Adaptado de pt.axiros.com/knowledge-base/qoe-quality-of-experience

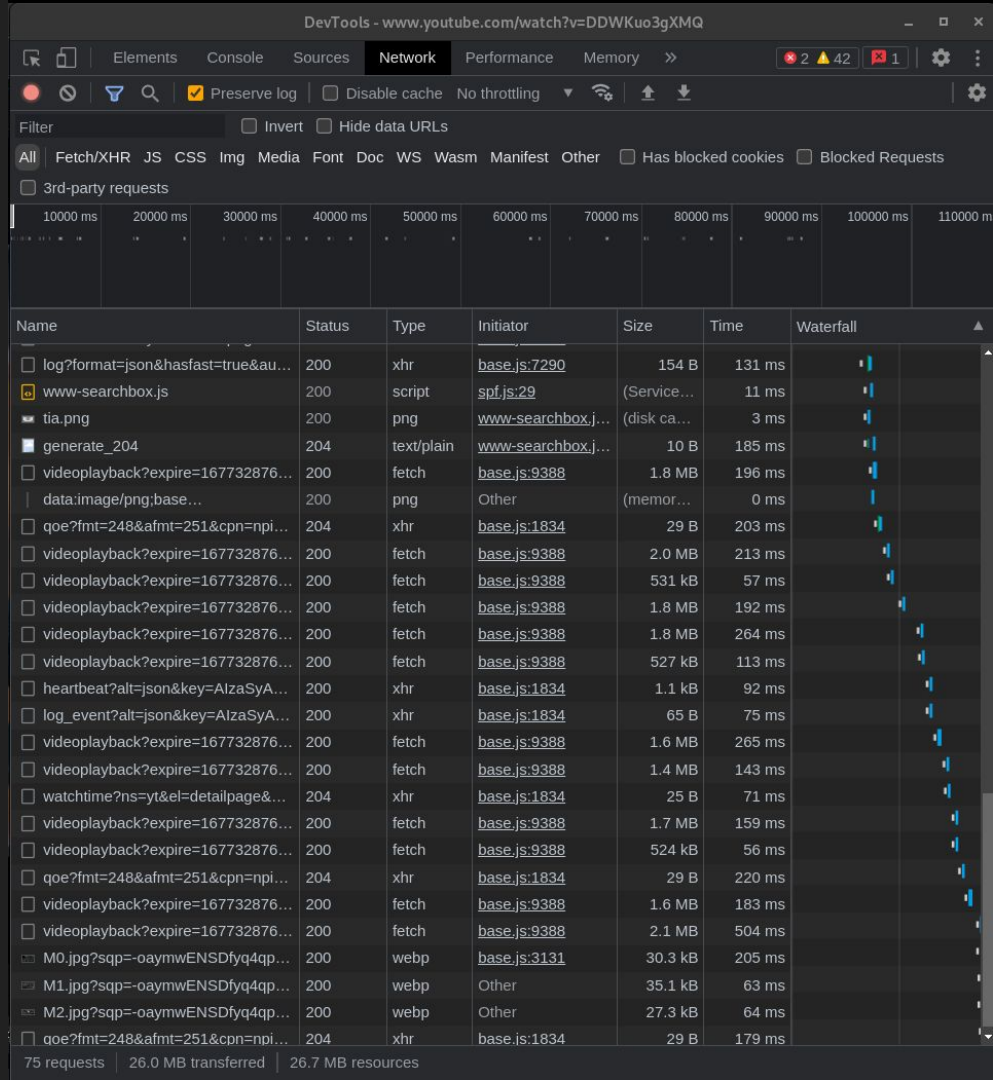
Qualidade de Experiência (QoE)?

"**Medida da satisfação dos usuários** sobre um serviço digital, tal como uma aplicação, **serviço de streaming de vídeo**, ou website. É uma métrica importante para as empresas porque fornece uma visão sobre **como os usuários percebem a qualidade do seu serviço**. A QoE pode ser afetada por uma série de **fatores, como: latência, nervosismo, perda de pacotes, ocupação do buffer, velocidade de download/upload**, etc. Ao monitorizar a QoE, as marcas de telecomunicações e os fornecedores de ISP podem identificar problemas e tomar medidas para melhorar a qualidade do seu serviço. Em resumo, a QoE é uma ferramenta valiosa para **compreender e melhorar a experiência do usuário**"

– Adaptado de pt.axiros.com/knowledge-base/qoe-quality-of-experience

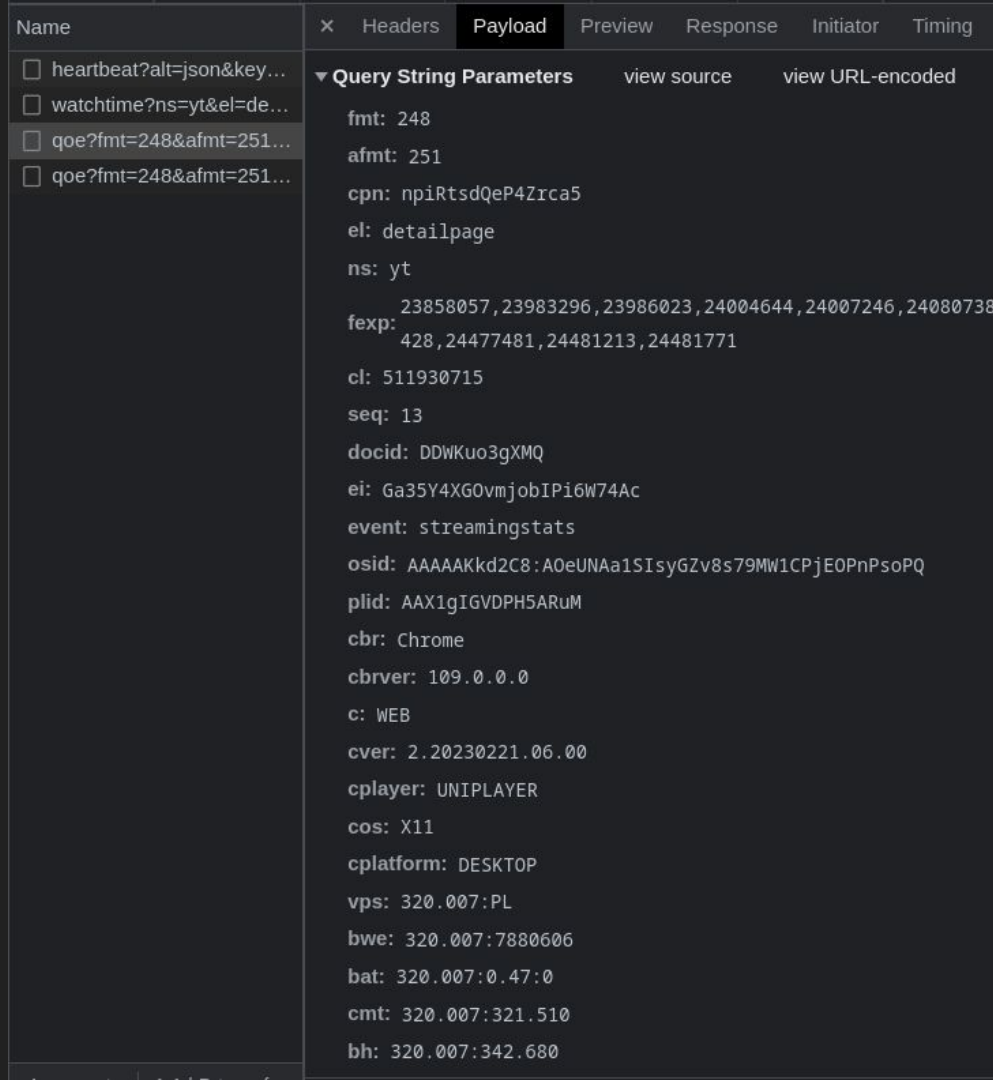
Métricas coletadas pelo YouTube que compõem a QoE

- Primeira versão: coletar métricas do *YouTube IFrame* em uma página especial
- Segunda versão: analisamos o código do *YouTube Web* e identificamos os sinais monitorados (mais próximo do uso real)



Métricas coletadas pelo YouTube que compõem a QoE

- Primeira versão: coletar métricas do *YouTube IFrame* em uma página especial
- Segunda versão: analisamos o código do *YouTube Web* e identificamos os sinais monitorados (mais próximo do uso real)
  - **c** (tipo do cliente); **bh** (qualidade do buffer); **vps** (estado do player); **bwm** (medições realizadas da largura de banda); **bwe** (estimativa de largura de banda de internet); **df** (quadros perdidos); **bat** (porcentagem da bateria); **fmt** (formato do vídeo); **afmt** (formato do áudio)...



Curiosidade: Como descobrimos o que representa as variáveis *c, bh, bwm, bwe, df, bat, fmt, afmt…*?

Curiosidade: Como descobrimos o que representa as variáveis *c, bh, bwm, bwe, df, bat, fmt, afmt…*?
Resposta: Análise textual via Grandes Modelos de Linguagem (Aprendizado de Máquina)

Curiosidade: Como descobrimos o que representa as variáveis *c, bh, bwm, bwe, df, bat, fmt, afmt…*?
Resposta: ~~Análise textual via Grandes Modelos de Linguagem (Aprendizado de Máquina)~~ ChatGPT

Afinal, qual a situação do 5G no Brasil?

CONECTIVIDADE

5G é ativado em todas as capitais brasileiras

Nova geração de internet móvel chegou às cidades antes do prazo definido pela Anatel

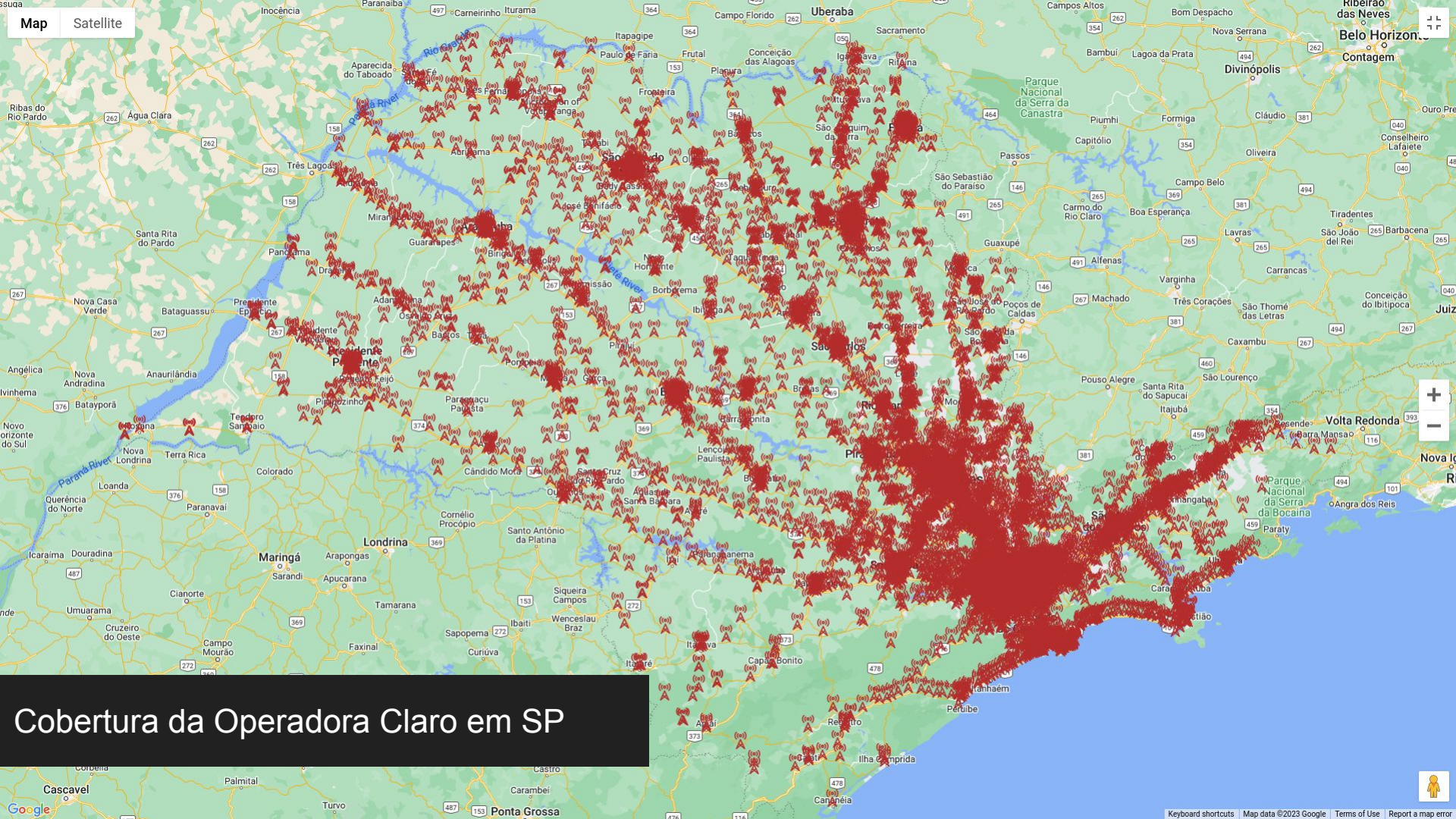
Publicado em 06/10/2022 08h26

Compartilhe:

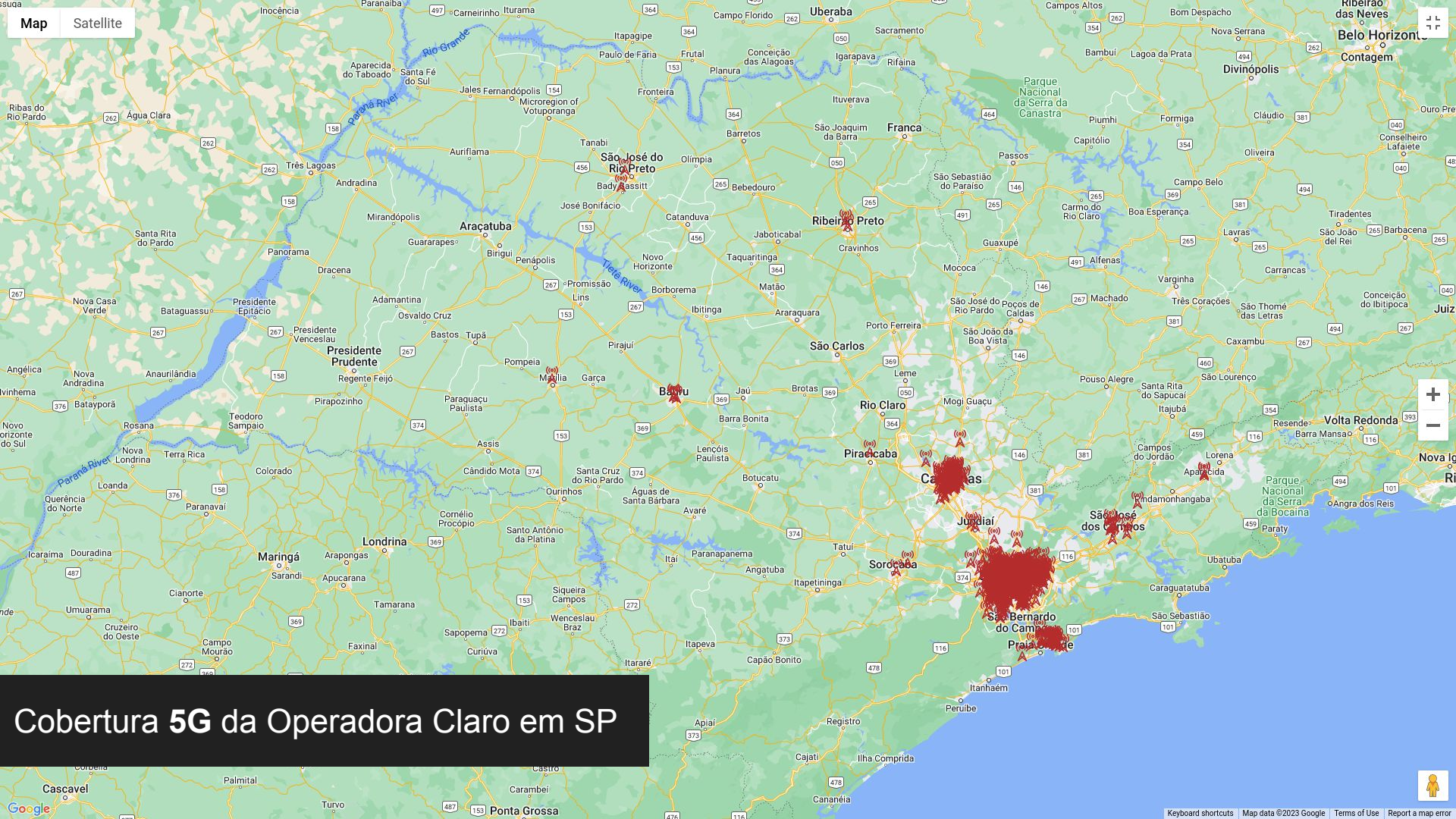
Foto: Pablo Le Roy/MCom

A rede 5G foi ativada, nesta quinta-feira (6), nas últimas cinco capitais brasileiras que faltavam: Belém (PA), Macapá (AP), Manaus (AM), Porto Velho (RO) e Rio Branco (AC). Com a implantação da nova tecnologia nessas cidades, todas as sedes estaduais passam a estar conectadas à quinta geração de

Retirado de: https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2022/outubro/5g-e-ativado-em-todas-as-capitais-brasileiras



Cobertura da Operadora Claro em SP



Cobertura **5G** da Operadora Claro em SP

Mosaico Autorização de RF

Emissões

Licenciadas | Bloco | Cadastradas

Download Filtradas | Filtros Adicionais | Precisa de Ajuda?

registros Listados 1 - 50 50 Atualizar Filtrar

Status	Entidade	Fistel	Num. Serviço	Ato de RF	Num. Estação	Endereço	Complemento	UF	Município	Emissão	Tecnologia	TipoTecnologia	Meio de Acesso	Fr
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	16982008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			2135
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	16982008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			2135
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	16982008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			2135
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	16982008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			2135
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	16982008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			2135
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			880
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			880
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			880
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			880
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1827
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1827
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1830
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1830
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1830
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1832
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1835
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1835
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	16982008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			2135
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	59632012	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	8M97G7W	LTE			2660
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	59632012	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	8M97G7W	LTE			2660
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			880
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1827
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1827
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1832
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1832
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]NCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1835
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]NCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	8M97G7W	LTE			2660
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]NCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	5M00G9W	WCDMA			880
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]NCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1830
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]NCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1832
LIC-LIC-01	TIM S/A	50409428698	010	73832008	2119	RUA SAO FRANCISCO DE ASSIS,1000,JATIUCA		AL	Maceió	200KG7W	GSM			1835
LIC-LIC-01	TELEFONICA BRASIL S.A.	50409146366	010	17012008	3549	Av. Julio de Castilhos		RS	Vacaria	5M00D7W	WCDMA			2160
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]

Sistema MOSAICO da Anatel

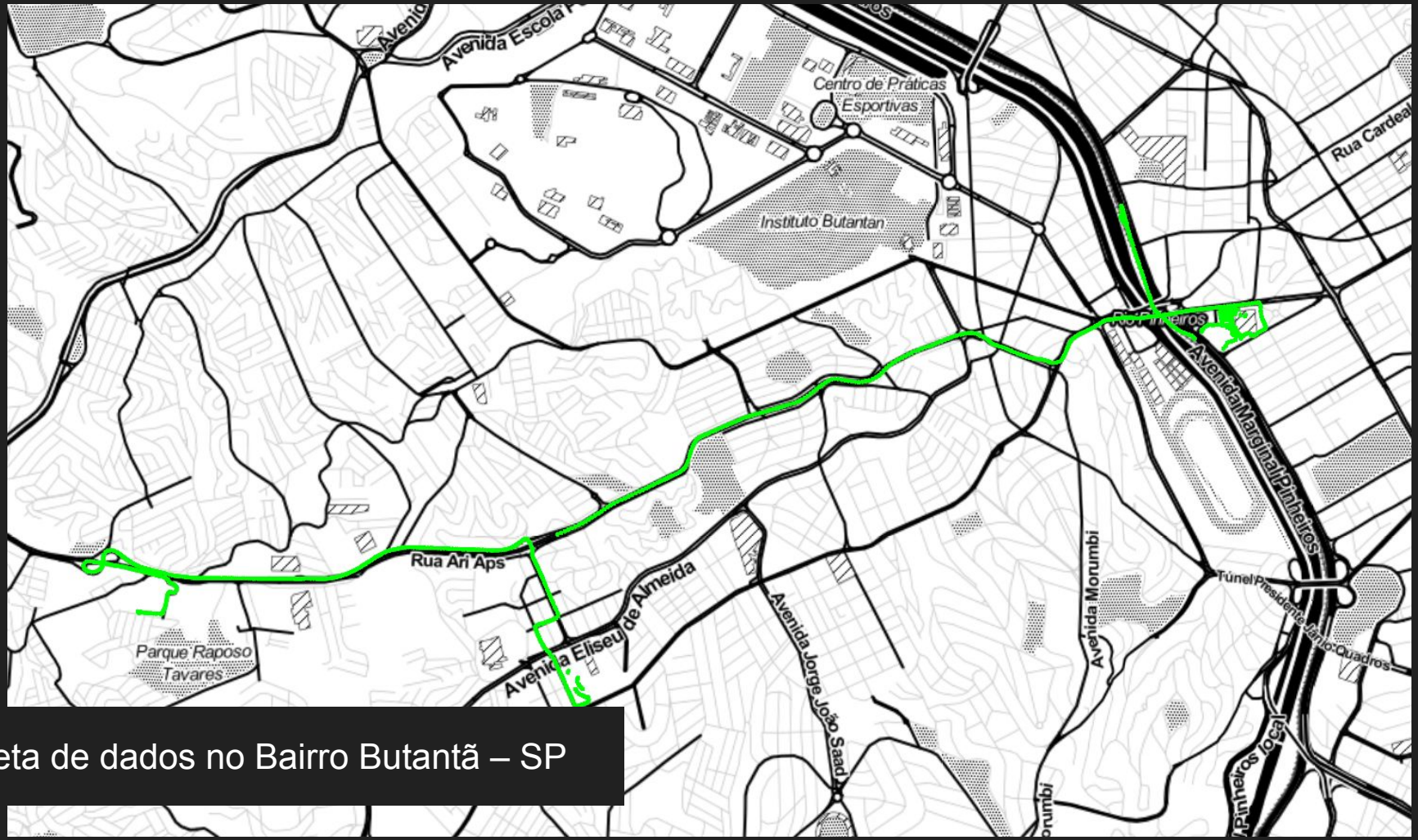
PCAPdroid_24_Feb_16_35_24.pcapng

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

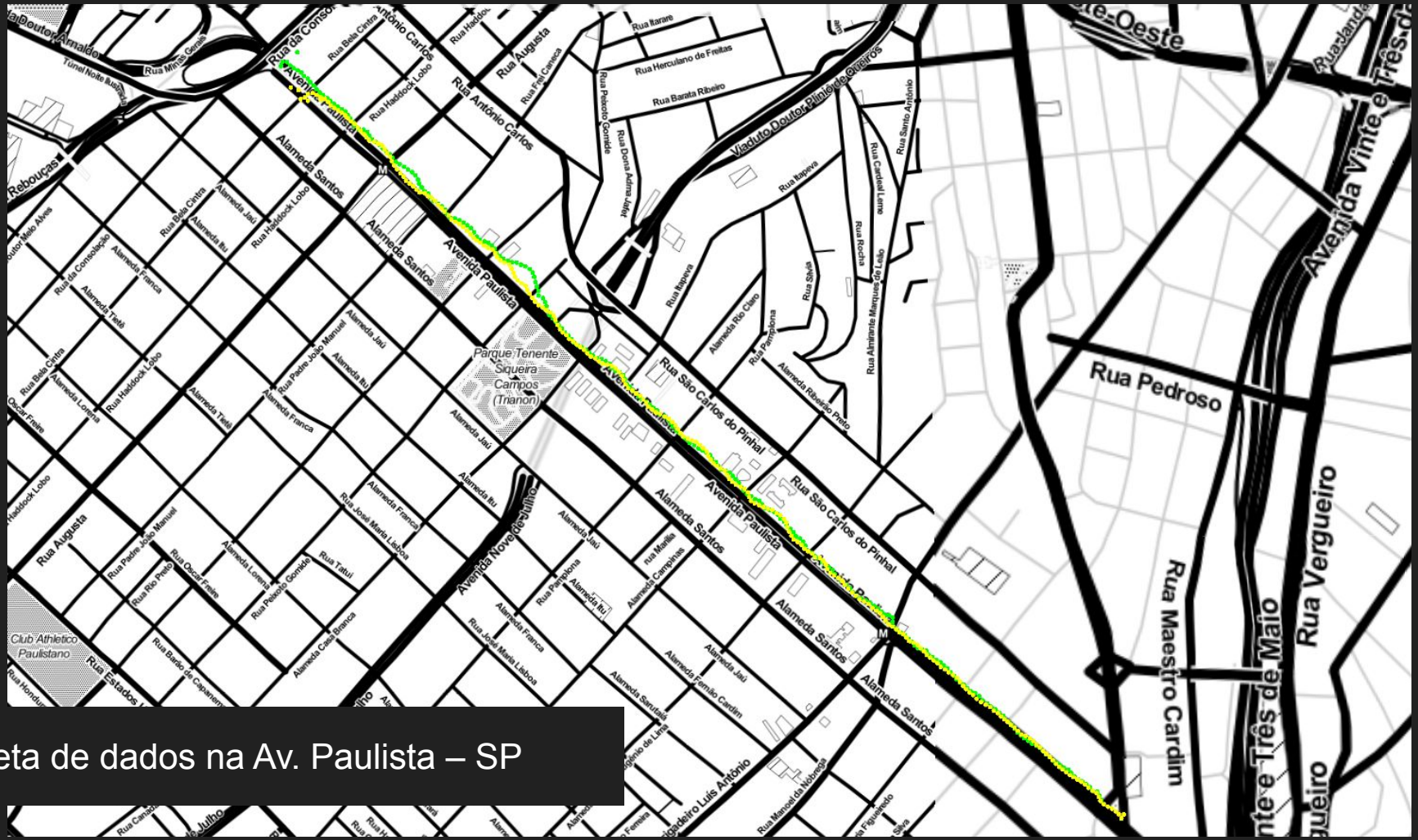
http2.header.value contains "api/stats/qoe"

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
415	8.910825	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	2768	HEADERS[33]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=4vlt2TcFloAd5ood&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C24007246…
753	10.846144	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	2300	HEADERS[43]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=4vlt2TcFloAd5ood&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C24007246…
816	13.290318	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3408	HEADERS[49]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=ScmBnHv2dedPCNso&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C24007246…
955	14.571427	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3420	HEADERS[57]: POST /api/stats/qoe?fmt=396&afmt=251&cpn=ScmBnHv2dedPCNso&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C24007246…
1093	17.011133	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3228	HEADERS[63]: POST /api/stats/qoe?fmt=396&afmt=251&cpn=ScmBnHv2dedPCNso&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C24007246…
1200	17.938579	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	2672	HEADERS[71]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C24007246…
1807	27.927601	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3160	HEADERS[111]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
2931	67.925490	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3092	HEADERS[119]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
3602	97.926705	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[123]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
4268	127.941587	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[127]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
4799	167.931074	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[133]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
5183	197.926306	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[137]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
5552	227.928229	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[141]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
6080	267.923685	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[145]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
6624	307.929947	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[149]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
7118	337.919857	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[151]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
7447	367.924613	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[155]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
7877	407.926757	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[159]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
8420	447.929056	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[163]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
8954	477.924920	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[167]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
9286	507.929405	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[171]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
9867	547.930677	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[175]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
10184	577.933086	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3100	HEADERS[177]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
10681	617.925976	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[181]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
10889	657.929077	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3096	HEADERS[185]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
11230	697.927718	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3080	HEADERS[189]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
11286	727.928068	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3080	HEADERS[193]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
11327	752.508937	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3092	HEADERS[199]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
11330	752.559892	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3080	HEADERS[201]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=a87tRWDQVuoqSoi8&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
11363	752.962282	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3256	HEADERS[209]: POST /api/stats/qoe?fmt=243&afmt=251&cpn=zhSvYru0wvwBIcAL&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
11656	754.097718	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3328	HEADERS[215]: POST /api/stats/qoe?fmt=396&afmt=251&cpn=zhSvYru0wvwBIcAL&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…
12081	762.955938	10.215.173.1	142.251.129.142	HTTP2	3228	HEADERS[221]: POST /api/stats/qoe?fmt=396&afmt=251&cpn=zhSvYru0wvwBIcAL&el=detailpage&ns=yt&fexp=23983296%2C24004644%2C2400724…

Arquivo *.pcapng* no Wireshark

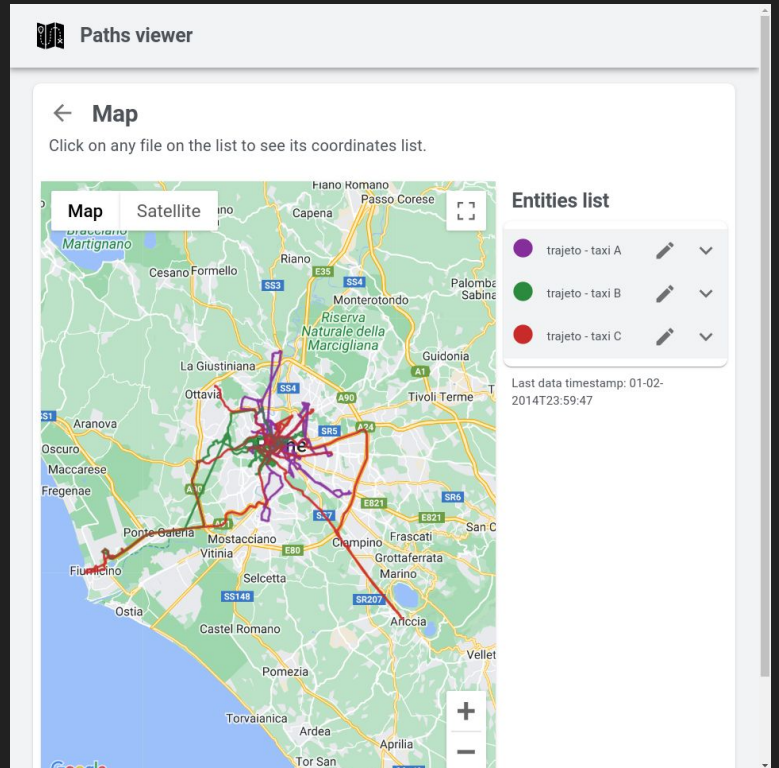


Coleta de dados no Bairro Butantã – SP



Coleta de dados na Av. Paulista – SP

PathsViewer: Ferramenta de Visualização de Dados Desenvolvida no Nosso Grupo de Pesquisa



***PathsViewer*: Uma Interface para Exploração de Dados Espaço-Temporais**

Arthur J. Simas[1], William Q. Melo[1], Leonardo H. Guimarães[1], Christian E. Rothenberg[1]

[1] Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas – SP – Brasil

{a249927,w188684,1247225}@dac.unicamp.br, chesteve@unicamp.br

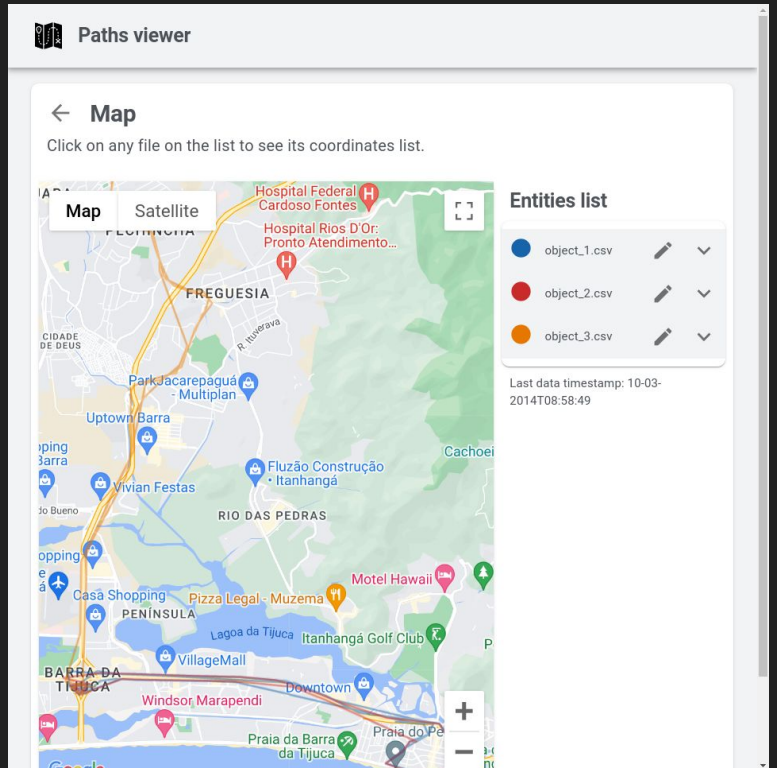
Abstract. *Spatial-temporal data represents the occupation of objects in space at a given moment in time. An interface for visualizing this type of data is essential in movement patterns analysis and object monitoring. However, despite the great interest in research on this type of data, there are few tools for visualizing object trajectories. In this sense, this article proposes PathsViewer, a tool for visualizing spatial-temporal data. To evaluate the proposed tool, datasets from different sources were used, such as georeferenced 5G traces, and vehicle trajectories.*

Resumo. *Dados espaço-temporais representam a ocupação de objetos no espaço em um dado instante de tempo. Uma interface para visualização desse tipo de dado é fundamental na análise de padrões de movimentos e no monitoramento de objetos. No entanto, apesar do grande interesse em pesquisas nesse tipo de dado, existem poucas ferramentas para visualização de trajetórias de objetos. Neste sentido, esse artigo propõe o PathsViewer, uma ferramenta para visualização de dados espaço-temporais. Para avaliar a ferramenta proposta, foram utilizados conjuntos de dados de diferentes fontes, como traces de 5G georeferenciados, e trajetórias de veículos.*

1. Introdução

Muitos objetos no mundo real possuem atributos de localização e tempo. Registrar os dados de localização de um objeto em intervalos de tempo periódicos pode gerar um grande conjunto de informações que podem ser analisadas como estados em sequência

PathsViewer: Ferramenta de Visualização de Dados Desenvolvida no Nosso Grupo de Pesquisa



***PathsViewer*: Uma Interface para Exploração de Dados Espaço-Temporais**

Arthur J. Simas[1], William Q. Melo[1], Leonardo H. Guimarães[1], Christian E. Rothenberg[1]

[1] Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas – SP – Brasil

{a249927,w188684,1247225}@dac.unicamp.br, chesteve@unicamp.br

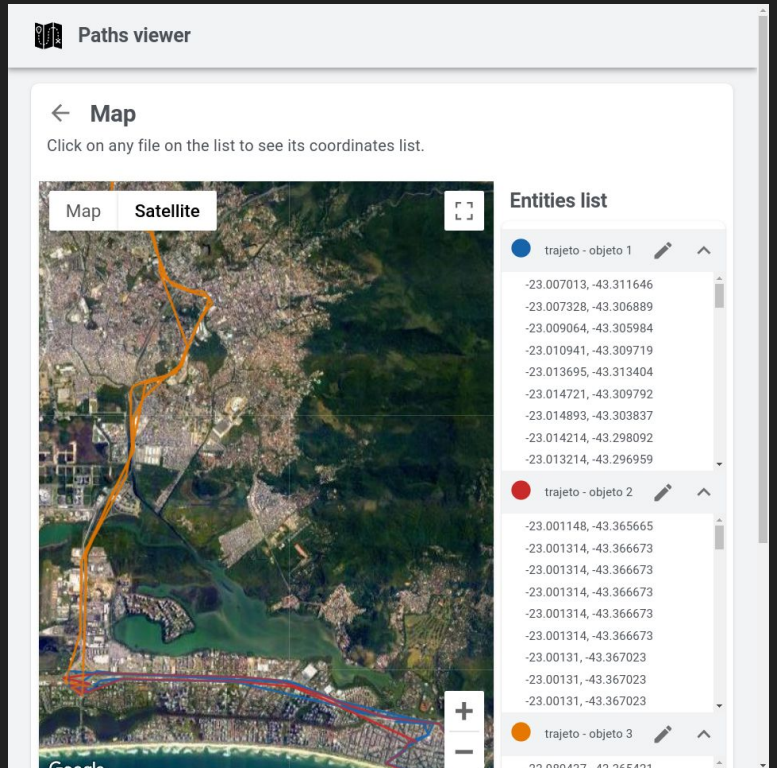
Abstract. *Spatial-temporal data represents the occupation of objects in space at a given moment in time. An interface for visualizing this type of data is essential in movement patterns analysis and object monitoring. However, despite the great interest in research on this type of data, there are few tools for visualizing object trajectories. In this sense, this article proposes PathsViewer, a tool for visualizing spatial-temporal data. To evaluate the proposed tool, datasets from different sources were used, such as georeferenced 5G traces, and vehicle trajectories.*

Resumo. *Dados espaço-temporais representam a ocupação de objetos no espaço em um dado instante de tempo. Uma interface para visualização desse tipo de dado é fundamental na análise de padrões de movimentos e no monitoramento de objetos. No entanto, apesar do grande interesse em pesquisas nesse tipo de dado, existem poucas ferramentas para visualização de trajetórias de objetos. Neste sentido, esse artigo propõe o PathsViewer, uma ferramenta para visualização de dados espaço-temporais. Para avaliar a ferramenta proposta, foram utilizados conjuntos de dados de diferentes fontes, como traces de 5G georeferenciados, e trajetórias de veículos.*

1. Introdução

Muitos objetos no mundo real possuem atributos de localização e tempo. Registrar os dados de localização de um objeto em intervalos de tempo periódicos pode gerar um grande conjunto de informações que podem ser analisadas como estados em sequência

PathsViewer: Ferramenta de Visualização de Dados Desenvolvida no Nosso Grupo de Pesquisa



***PathsViewer*: Uma Interface para Exploração de Dados Espaço-Temporais**

Arthur J. Simas[1], William Q. Melo[1], Leonardo H. Guimarães[1], Christian E. Rothenberg[1]

[1] Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas – SP – Brasil

{a249927,w188684,1247225}@dac.unicamp.br, chesteve@unicamp.br

Abstract. *Spatial-temporal data represents the occupation of objects in space at a given moment in time. An interface for visualizing this type of data is essential in movement patterns analysis and object monitoring. However, despite the great interest in research on this type of data, there are few tools for visualizing object trajectories. In this sense, this article proposes PathsViewer, a tool for visualizing spatial-temporal data. To evaluate the proposed tool, datasets from different sources were used, such as georeferenced 5G traces, and vehicle trajectories.*

Resumo. *Dados espaço-temporais representam a ocupação de objetos no espaço em um dado instante de tempo. Uma interface para visualização desse tipo de dado é fundamental na análise de padrões de movimentos e no monitoramento de objetos. No entanto, apesar do grande interesse em pesquisas nesse tipo de dado, existem poucas ferramentas para visualização de trajetórias de objetos. Neste sentido, esse artigo propõe o PathsViewer, uma ferramenta para visualização de dados espaço-temporais. Para avaliar a ferramenta proposta, foram utilizados conjuntos de dados de diferentes fontes, como traces de 5G georeferenciados, e trajetórias de veículos.*

1. Introdução

Muitos objetos no mundo real possuem atributos de localização e tempo. Registrar os dados de localização de um objeto em intervalos de tempo periódicos pode gerar um grande conjunto de informações que podem ser analisadas como estados em sequência

Oportunidades de *insights*

- Inferir **qual antena** o celular está conectado
- Predizer a **qualidade do sinal** com base nas **coordenadas** do celular
- Predizer a **qualidade de vídeo** do YouTube com base na **qualidade do sinal**
- Predizer a **qualidade de vídeo** do YouTube com base nas **coordenadas** do celular
- Demais comportamentos característicos e correlações entre as bases de dados fornecidas

Vamos lançar esse desafio na Hackathon SBRC 2023!

YouTube

5G

Dúvidas?

“YouTube over 5G”

Captura de Tráfego e Visualização de *Traces* de Redes 5G no Brasil

Autor: **Arthur** Simas

Linkedin /in/arthursimas ; GitHub @arthursimas1

Orientador: **Christian** Rothenberg

INTRIG INFORMATION & NETWORKING TECHNOLOGIES RESEARCH & INNOVATION GROUP

RNP FEEC UNICAMP