



# Evolução do Armazenamento de Dados GNSS: TileDB como Alternativa ao RINEX

Vantagens do Armazenamento de Dados de Posição no Formato TileDB  
Fernando Geraldes, Luís Carvalho, Rui Fernandes, Paul Crocker e Duarte Arribas  
Data: 21 de novembro de 2024



# Objetivos

- Ficheiros RINEX
- Conversor Raw desenvolvido no SEGAL/UBI para RINEX
- TileDB
- Vantagens do TileDB
- Estrutura do Tile
- Porquê Converter RINEX para TileDB?
- Passos para Conversão de Dados RINEX para TileDB
- Arquitetura do Sistema de Processamento de Dados GNSS desenvolvido no SEGAL
- Conclusões

# Ficheiros RINEX

- Dados observações GNSS
  - Chamados “Dados Raw”. Cada marca produz dados de observações GNSS em formato próprio
  - Usados em investigação, construção e outras indústrias.
- RINEX
  - É o formato padrão para distribuição de dados GNSS.
  - É composto por duas partes:
    - Metadados (Informações sobre a estação)
    - Dados de observações (Informação sobre as posições de satélites num determinado tempo)
  - É compatível com a maioria dos softwares existentes para processar dados GNSS



# Conversor Raw Desenvolvido no SEGAL/UBI para RINEX

- Conversor Universal
  - Um conversor universal deve ser capaz de processar dados RAW provenientes de vários tipos de recetores GNSS, independentemente da marca ou modelo..
  - Suporte para processamento de múltiplos arquivos RAW de uma só vez
  - O resultado final deve cumprir rigorosamente os padrões RINEX para garantir interoperabilidade e compatibilidade com software de análise GNSS.
  - Permitir corrigir informações de metadados em ficheiros RINEX
  - Suporta várias versões de RINEX (atualmente está na versão 4.0.1)

Nota: O nosso conversor neste momento suporta 4 marcas de recetores.

# TileDB

- O que é: TileDB é um sistema de gestão de dados para armazenar e organizar grandes volumes de dados em formato de arrays multidimensionais.
- Visão Moderna de Armazenamento
  - Analysis Ready Cloud Optimized (ARCO) archive.
- vs
- Arquivo Tradicional num Repositório de Ficheiros.
- Compatibilidade: Integra-se com várias linguagens e sistemas de armazenamento, incluindo armazenamento em nuvem.
- Aplicações: Usado em processamento de grandes conjuntos de dados, análise de imagens e monitorização em tempo real, etc...

# Vantagens do TileDB

- Suporte a Arrays Densos e Esparsos
- Flexibilidade de Armazenamento: Compatível com vários backends (HDFS, Amazon S3, etc.).
- Desempenho e Eficiência: Utiliza compressão por tile, permitindo operações rápidas e com menor uso de memória.
- Suporte a Paralelismo: Lê e grava dados de forma paralela, aumentando a performance.
- Armazenamento Assíncrono e Fragmentado: Permite atualizações eficientes e análise incremental dos dados.
- Suporte para várias linguagens de programação: Python, R, Java, JS, C#, etc...

# Representação do Tile

Dimensões do Tile				Atributos do Tile					
Época (ms)	Constelação	ID Satélite	FREQ.	C	P	D	S	LLI	SSI
355964800000	C	05	1C	40308490.226	209896917.358	10.104	34.250	0	6
355964800000	G	07	2L	22187868.655	116598092.035	-749.184	50.212	0	5
355964900000	E	02	5Q	23840346.329	125281891.865	-235.387	47.532	1	5
355965000000	R	04	2P	20785793.428	110917264.663	-316.955	37.854	0	8

Neste exemplo:

- Cada linha representa um conjunto de medições por época de uma constelação de um satélite específico para uma frequência.
- A estrutura multidimensional permite que os dados sejam consultados e indexados rapidamente com base nas dimensões definidas.
- C - Range, P - Phase, D - Doppler, S - Signal to Noise Ratio, LLI - Loss-of-Lock Indicator, SSI - Signal Strength Indicator

# Porquê Converter RINEX para TileDB?

- Melhor Organização de dados: TileDB permite armazenar dados GNSS de forma estruturada e multidimensional, facilitando o acesso e análise.
- Eficiência no Armazenamento: Oferece compressão e suporte para grandes volumes de dados, ocupando menos espaço.
- Performance em Consultas: A estrutura de arrays do TileDB permite acesso mais rápido e eficiente aos dados, útil em análises complexas.
- Escalabilidade: Suporta armazenamento em nuvem e sistemas distribuídos, ideal para projetos de grande escala.
- Integração: Funciona bem com várias ferramentas de análise e linguagens de programação.

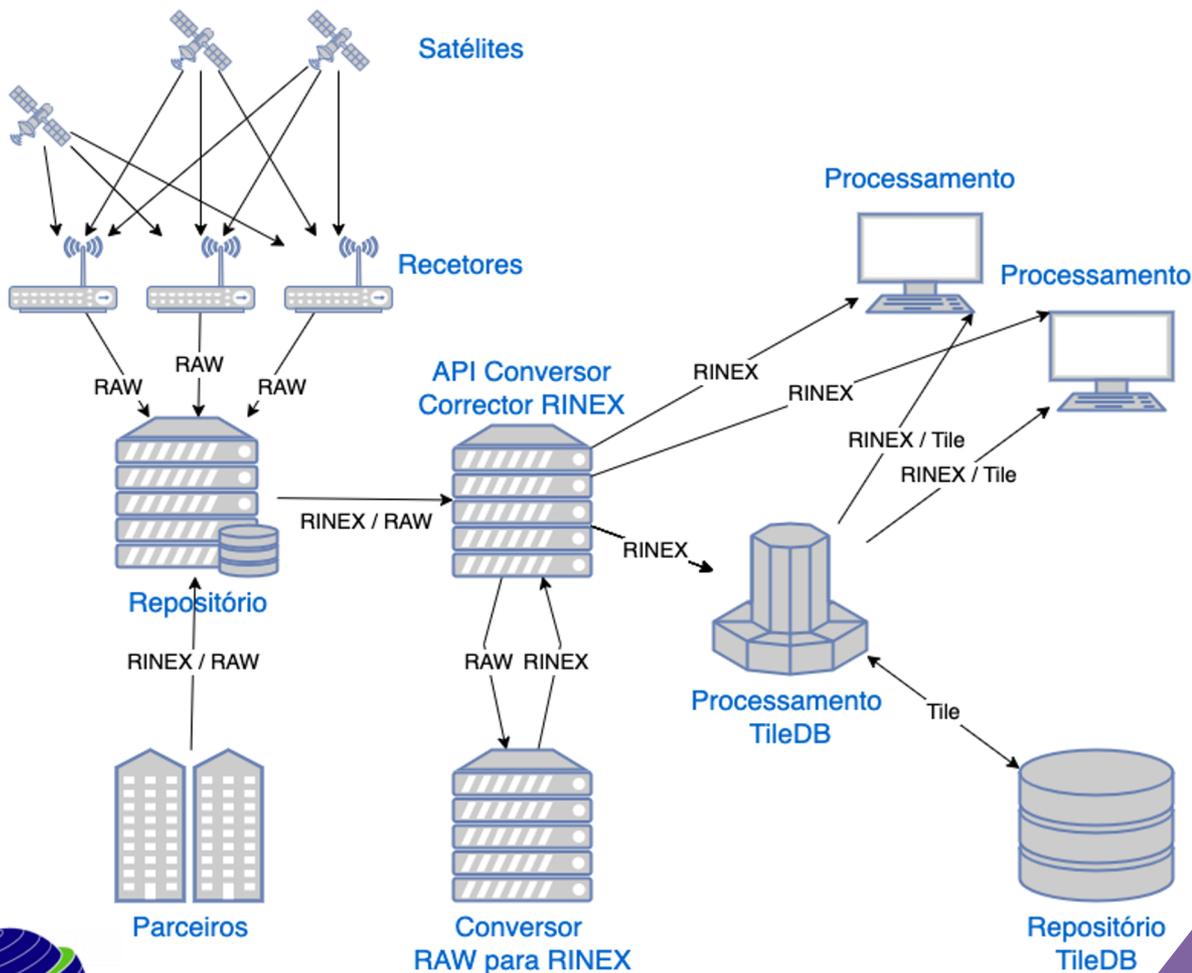
# Passos Principais na Conversão de RINEX para TileDB

- Converter de dados Raw para RINEX.
- Analisar ficheiro RINEX e extrair a dimensões e atributos definidos.
- Criar o tile com as dimensões e atributos.
- Inserir tiles na TileDB.
- Verificar integridade dos dados e eficiência nas consultas.

10

21 de novembro de 2024

# Arquitetura Do Sistema de Processamento de Dados GNSS Desenvolvido no SEGAL



# Conclusão

- Versatilidade da utilização de dados GNSS
- Redução no espaço em disco utilizado.
- Eficiência na pesquisa de dados GNSS.
- Velocidade na escrita/leitura dos dados.
- Uma solução preparada para o futuro próximo em particular a computação na cloud.

# Evolução do Armazenamento de Dados GNSS: TileDB como Alternativa ao RINEX



# Fernando Geraldês

[fernando.geraldes@segal.ubi.pt](mailto:fernando.geraldes@segal.ubi.pt)

21 de novembro de 2024