

# MonetDB

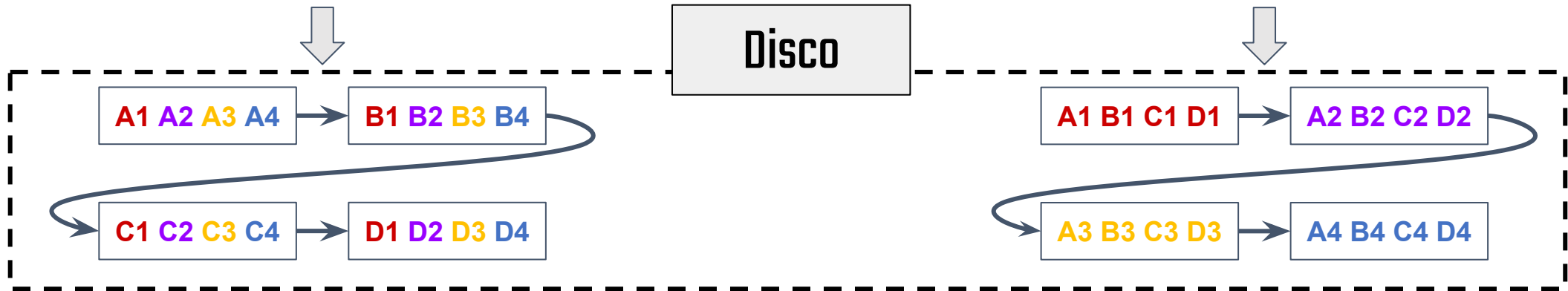
# Bancos de dados orientados a colunas

*row-based*

1	2	3	4
A1	A2	A3	A4
B1	B2	B3	B4
C1	C2	C3	C4
D1	D2	D3	D4

*column-based*

1	2	3	4
A1	A2	A3	A4
B1	B2	B3	B4
C1	C2	C3	C4
D1	D2	D3	D4



\* Representação e definições adaptadas de Grimm (2016)

MonetDB é um sistema gerenciador de bancos de dados estado-da-arte, com armazenamento orientado a colunas, criado para uso em contextos em que processos analíticos precisam ser aplicados em grandes coleções de dados (Idreos *et al.*, 2012).



- Criado na Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) em 1993
  - Atualmente é distribuído sob a licença Mozilla Public License (MPL) 2.0
- Pioneiro na solução de bancos de dados colunares
  - Prêmios SIGMOD Edgar F. Codd e ACM SIGMOD Systems.
- Idreos *et al* (2012) lista diversas pesquisas envolvendo o MonetDB



- Armazenamento e operações colunares
- Considera o uso do *hardware* moderno
  - Grande quantidade de memória principal
  - Execução paralela
- Sistema cliente/servidor com arquitetura modular

# MonetDB

## Ferramentas

O MonetDB disponibiliza em seu ecossistema diversas ferramentas para o gerenciamento e manipulação dos dados.

- **mclient** é uma ferramenta que permite o acesso e a manipulação dos dados
- **msqldump** ajuda na exportação de dados
- Clientes em diferentes linguagens de programação como Python, R e diversas outras também estão disponíveis.

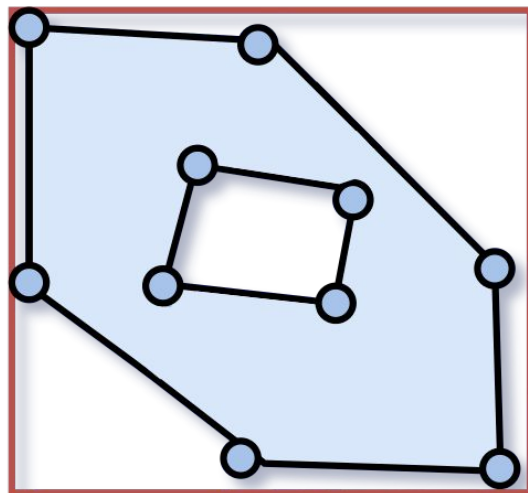
# MonetDB Geom

A extensão MonetDB Geom, distribuída sob a licença MPL 2.0, adiciona o suporte as operações e tipos geométricos da OGC Simple Feature. A implementação do módulo Geom é feita com o apoio da biblioteca GEOS (Geometry Engine - Open Source) 3.3.0

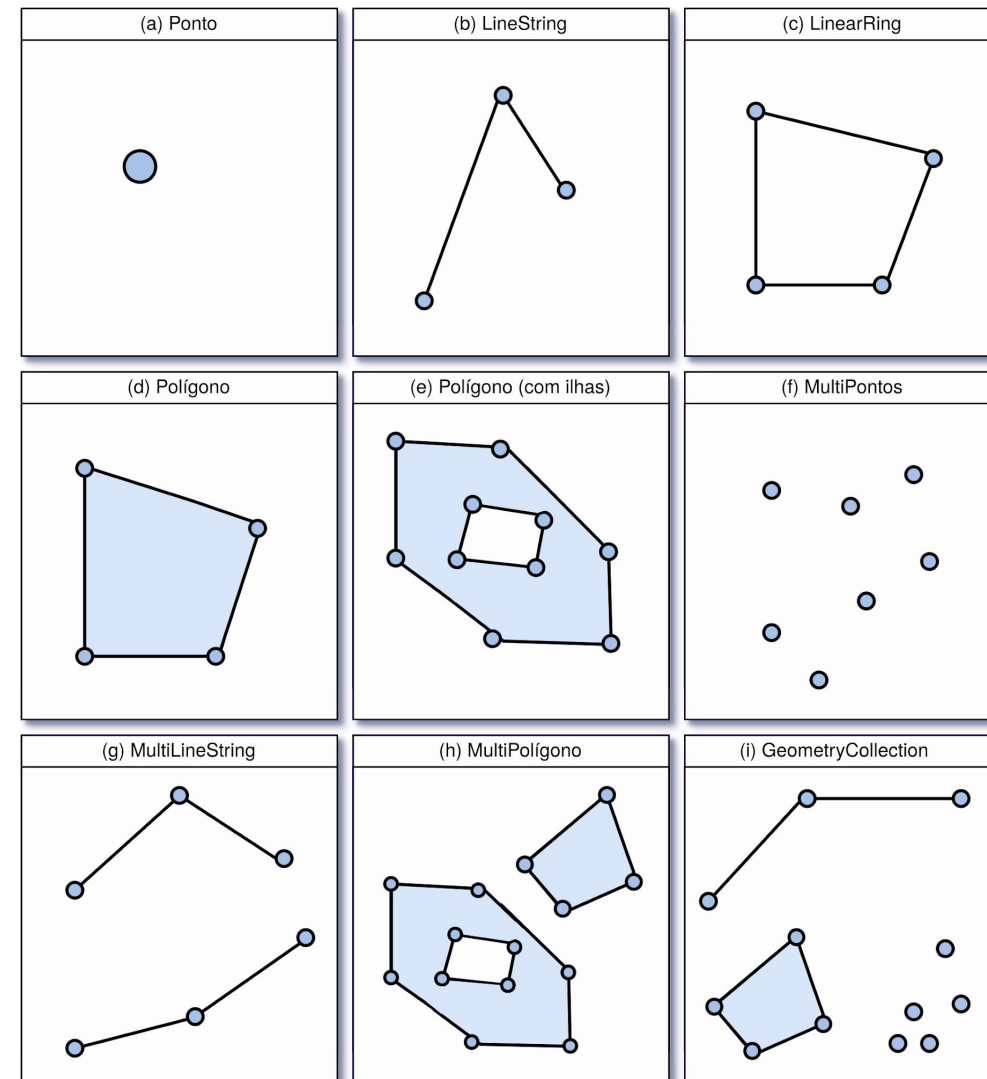
# MonetDB Geom

## Tipos geométricos

mbr



## OGC-SFS





# MonetDB Geom

## Operadores

- Operadores métricos
  - ST\_Area, ST\_Length, ST\_Distance
- Operadores conjunto
  - ST\_Intersection, ST\_Union, ST\_Difference
- Operadores de relacionamento
  - ST\_Overlaps, ST\_Equals, ST\_Disjoint

# MonetDB Geom

## Relacionamentos espaciais

Os relacionamentos espaciais do módulo MonetDB Geom são definidos com base na matriz de 9 intersecções estendida dimensionalmente

Teste com o operador **ST\_Relate**

```
SELECT ST_Relate(  
    ST_GeometryFromText('POINT(1 2)'),  
    ST_Buffer(ST_GeometryFromText('POINT(1 2)'), 2),  
    '0FFFFFF212'  
);
```

## Índice espacial

- A extensão MonetDB Geom não possui uma estrutura de índice espacial
- Usa o tipo **mbr** para a simplificação das geometrias em retângulos envolventes mínimos, que podem ser usados para filtragem dos dados
  - **mbr** possui operadores específicos para a realização do filtro de dados
- Processo de filtro é indicado em Vermeij *et al* (2008)

# Testes

# MonetDB Geom

## Carregando dados

### Transformando o shapefile

```
shp2pgsql -c -g "geom" -s 4674 -i -I -t "2D" -W UTF-8 uf_2018.shp public.uf > uf.sql
```

### Importando com mclient

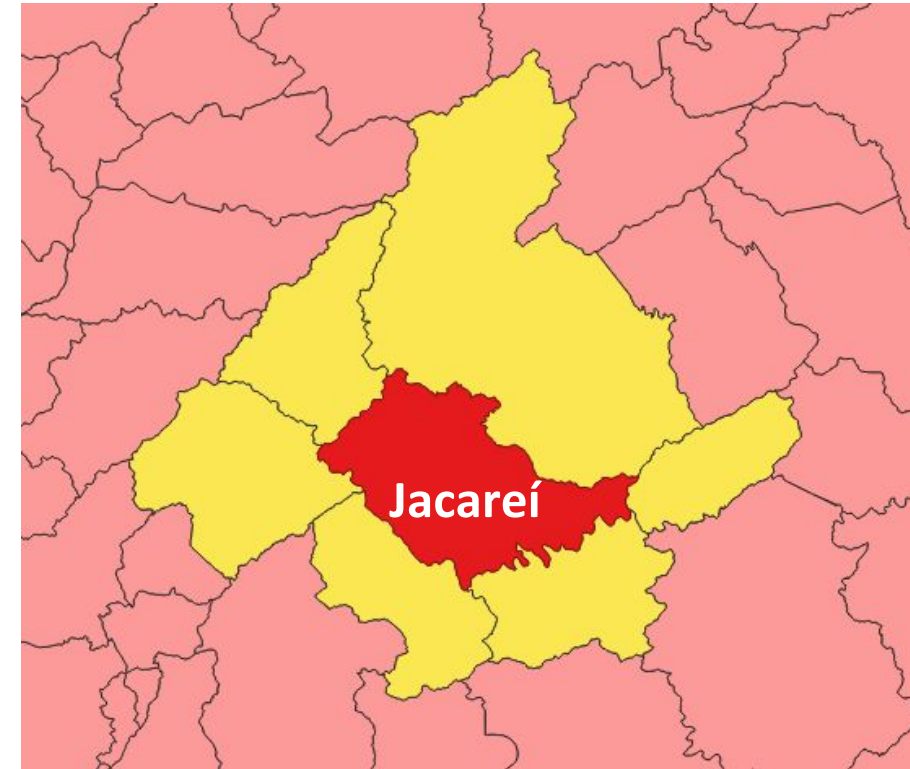
```
mclient -u monetdb --encoding=UTF-8 --log=import_uf.log -d db uf.sql
```

## Exemplos de consultas

### Municípios vizinhos de Jacareí em São Paulo

```
SELECT
    ma.nome
FROM
    municipios_mbr AS ma,
    (SELECT * FROM municipios_mbr WHERE nome = 'JACAREÍ') AS ms
WHERE
    mbr_overlap(ms.geom_mbr, ma.geom_mbr) AND
    ST_Touches(
        ms.geom,
        ma.geom
    );
```

### Visualização do resultado



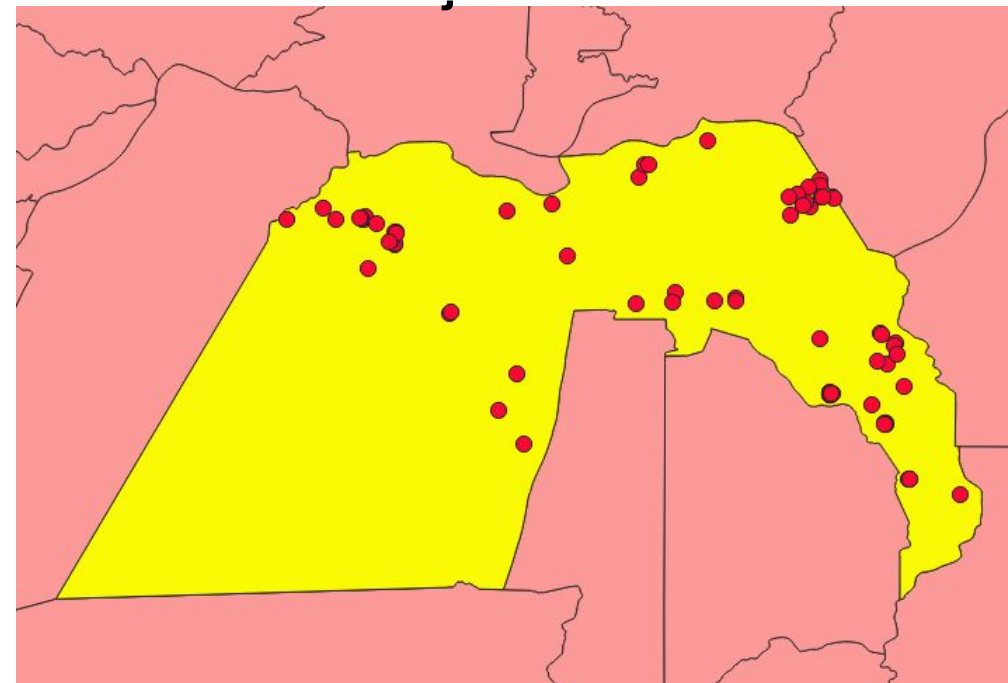
## Exemplos de consultas

Quantos focos de incêndio há em Santarém ?

```
SELECT
  COUNT(f.gid)
FROM
  municipios AS ma,
  focos_2020 AS f
WHERE
  ma.nome = 'SANTARÉM' AND ma.uf = 'PARÁ' AND
  ST_Contains(ma.geom, f.geom);
```

Resultado: 76

Visualização do resultado



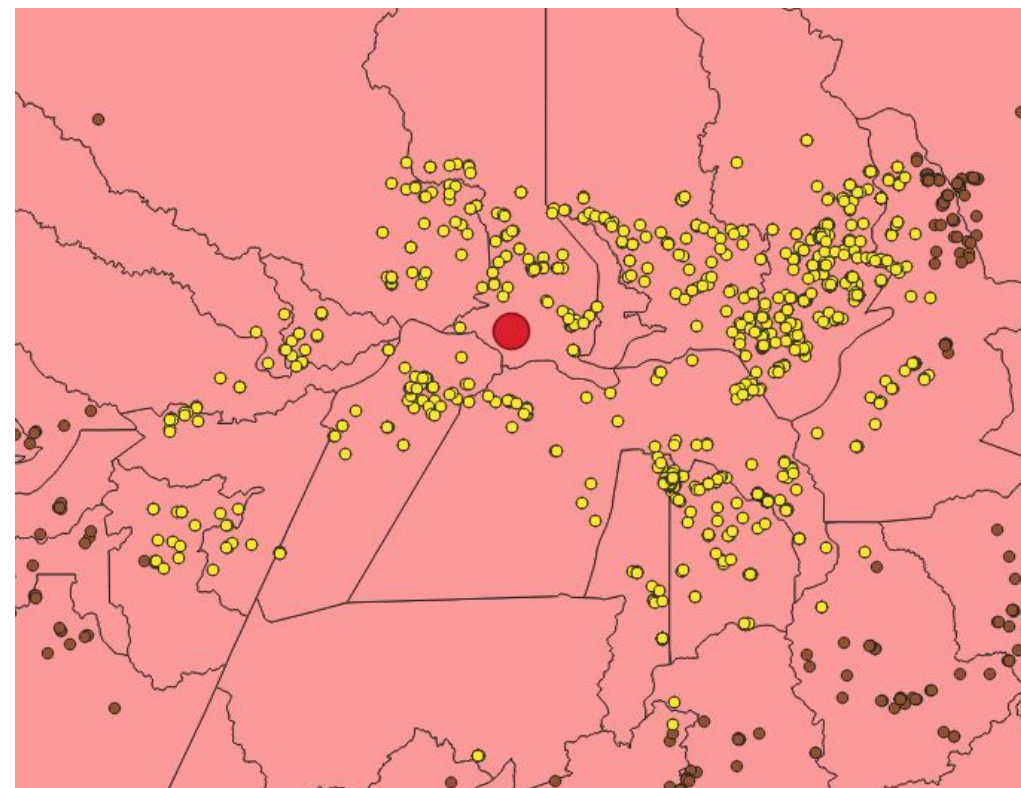
## Exemplos de consultas

Quantos focos de incêndio há próximo ao ponto (-55.557, -1.992) ?

```
SELECT
  COUNT(*)
FROM
  focos_2020 AS f
WHERE
  ST_DWithin(
    ST_SetSRID(f.geom, 4674),
    ST_GeomFromText('POINT(-55.577 -1.992)', 4674),
    2.0
  );
```

Resultado: 883

## Visualização do resultado





# MonetDB Geom

## Exportando dados

### Tabelas

```
msql_dump --database=db --host=localhost --user=monetdb --describe > db_schema.sql
```

### inserts

```
msql_dump --database=db --host=localhost --user=monetdb --inserts > db_inserts.sql
```

# Conclusões

- MonetDB possui um ecossistema maduro e está presente em muitos projetos
- A estrutura do MonetDB apresenta diversas inovações
- A documentação pode ser melhorada

# Links úteis

- Download: <https://www.monetdb.org/Downloads>
- Documentação oficial: <https://www.monetdb.org/Documentation>
- Imagem Docker: <https://github.com/MonetDB/monetdb-r-docker>
- Repositório no github: <https://github.com/MonetDB/MonetDB>

# Links úteis

## Material da apresentação

README.md



### MonetDB

Caracterização do banco de dados colunar MonetDB.

### Questões consideradas

Neste repositório as seguintes questões estão sendo consideradas

- O sistema segue a OGC-SFS ou alguma outra especificação padrão?
  - Qual o modelo geométrico suportado?
  - Quais os operadores espaciais suportados?
  - Relacionamentos espaciais baseado na DE9IM?
- Quais os métodos de indexação espacial suportados?
- Sistema possui ferramentas para carga de dados?
  - Como carregar dados?
  - Como exportar dados?

[github.com/M3nin0/monetdb-guide](https://github.com/M3nin0/monetdb-guide)

# Referências bibliográficas

Grimm, J. (2016). Introduction to Column Stores with MonetDB and Benchmark. Seminar Database Systems.

Idreos, S., Groffen, F., Nes, N., Manegold, S., Mullender, S., & Kersten, M. (2012). MonetDB: Two Decades of Research in Column-oriented Database Architectures. IEEE Data Eng. Bull., 1–6.

Vermeij, M., Quak, W., Kersten, M., & Nes, N. (2008). MonetDB, a novel spatial column-store DBMS. In Academic Proceedings of the 2008 Free and Open Source for Geospatial (FOSS4G) Conference, OSGeo.

# Obrigado!