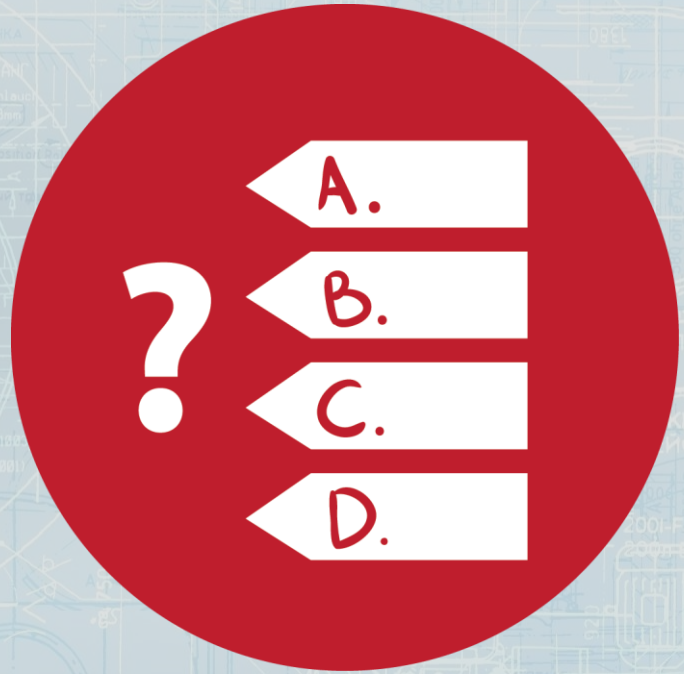
Professor Fausto Cintra
faustocintra@facef.br

SGBD relacionais vs. NosQL

O MODELO RELACIONAL E SEUS CUSTOS

Por que (ainda) usar um SGBDR tradicional

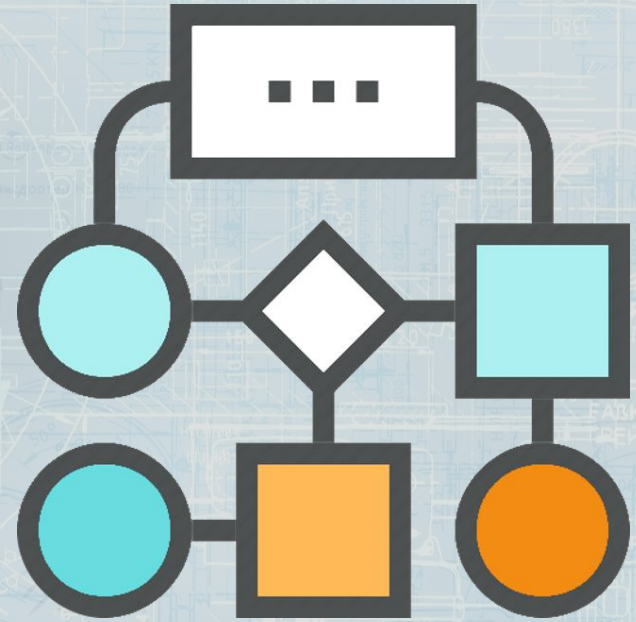


- Eficiência
- Confiabilidade
- **Conveniência**
  - **Modelo de dados simples (relacional)**
  - **Linguagem de consulta declarativa (SQL)**
  - **Garantias transacionais**
- Armazenamento e acesso seguros
  - para multiusuários
  - para quantidades massivas de dados persistentes

Conveniência × custo

- As conveniências de um SGBDR são garantidas por funcionalidades que vêm embaladas em um “pacote indivisível”
  - No entanto, cada conveniência tem um custo associado
  - Não é possível abrir mão de apenas algumas conveniências que não são necessárias para uma aplicação, a fim de se livrar do respectivo custo
  - **É tudo ou nada!**

Custo: modelo relacional

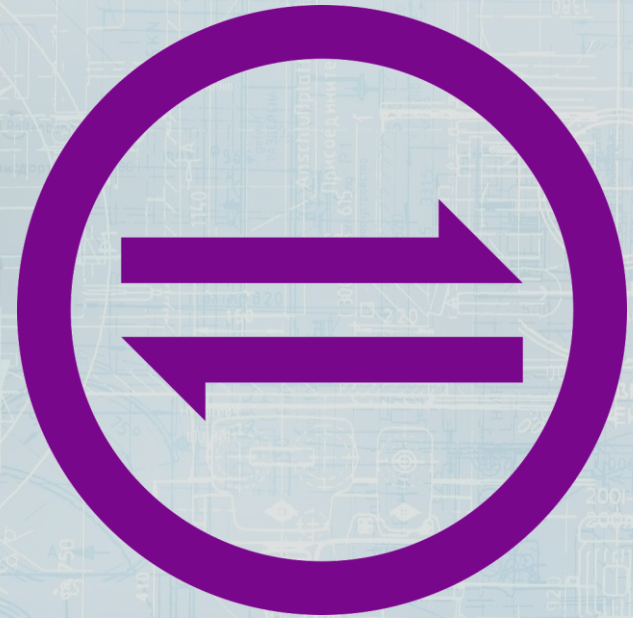


- Os dados
  - são organizados em relações
  - têm um formato padronizado, definido pelo esquema
- Há uma álgebra “compreensível” (operações em conjuntos) sobre as relações
  - Base da linguagem de consulta (SQL) – “*JOINS*”
- **Mas, e quando os dados não guardam relação entre si ou não se encaixam em um formato previsível?**
  - Antes que possam ser carregados em um BD relacional, os dados deverão ser reorganizados

Custo: SQL

- A SQL é uma linguagem de consulta e modificação de dados muito poderosa
  - Inclui seleções, projeções, junções, agregações, operações sobre conjuntos, predicados
- **Às vezes, a SQL oferece muito mais funcionalidades do que uma dada aplicação precisa de fato**
  - Exemplo: há aplicações que só precisam fazer recuperações simples, baseadas na chave do registro
  - Nesses casos, usar um sistema que implementa uma linguagem de consulta complicada é um custo alto demais para se arcar

Custo: garantias transacionais



- Transações são muito importantes quando há vários usuários acessando os mesmos dados e os requisitos de consistência são rígidos
- Mas em algumas aplicações em que esses requisitos são menos rígidos, até mesmo as garantias mais fracas impostas pelos SGBDRs podem não ser apropriadas
- **As garantias transacionais, em qualquer nível, representam uma carga extra de processamento para o servidor**

Custo: confiabilidade

- Confiabilidade é algo que queremos em qualquer sistema de BD
- Mas é possível lidar com ela de forma diferente em aplicações executadas em modo *batch* ou aplicações de análise de dados
  - Nesses casos, na ocorrência de uma falha, uma estratégia viável para garantir a confiabilidade é simplesmente refazer o processamento todo
  - Essa estratégia não é aplicável, por exemplo, às transações *online* realizadas em um site de vendas de produtos que interage com um SGBD relacional

Custo: dados em grande volume

- É uma das razões para o surgimento dos sistemas NoSQL
- **O volume dos dados manipulados hoje em dia é muito maior do que o volume para o qual os SGBDRs tradicionais foram projetados**
- Alguns motivos para o aumento do volume de dados:
  - Grande queda do custo de dispositivos de armazenamento secundário
  - Coletas de dados em altas taxas, feitas por sensores em variados tipos de dispositivos (como celulares, câmeras, etc.) e por *web sites* (como Facebook, Twitter, etc.)

Custo: eficiência

- As aplicações da atualidade têm requisitos de desempenho que são muito mais rígidos que antigamente
- Para aplicações *web*, eficiência no tempo de resposta é crucial
  - Milhões (e até bilhões) de registros
  - Mesmo para consultas envolvendo operações complexas sobre essa quantidade de registros, o tempo da resposta deve ser menos de 1 segundo

Custo: sobrecargas

- Principais sobrecargas de SGBDs relacionais:
  - *Logging*: tudo é gravado duas vezes → uma no disco e outra no log do SGBD
  - *Locks*: bloqueios para gravação de item de dados (para garantir propriedades transacionais)
  - *Latches*: bloqueios especiais, para alteração de estruturas de dados auxiliares do SGBD (ex.: tabela de bloqueios)
  - Gerenciamento de *buffer*: páginas de disco ↔ memória principal

Escalamento em SGBDRs

- **SGBDRs também podem ser escaláveis!**
- É possível fazer particionamento e replicação de dados em SGBDRs
- Os SGBDRs, desde sua criação, já foram especializados para diferentes necessidades:
  - *Data Warehouses* (operações de leitura predominam)
  - BDs *in-memory*
  - BDs distribuídos
  - **BDs escaláveis horizontalmente**
    - Veja: MySQL Cluster, VoltDB, NuoDB, Clustrix
- **Se o desempenho de um SGBDR for "competitivo" com o de um sistema NoSQL, porque abriríamos mão dos benefícios de se ter SQL + consistência ACID?**

O MODELO NOSQL

Origem

- 1998 (primeira aparição)
  - Carlo Strozzi
  - SGBD relacional leve, para SOs derivados do UNIX
  - Não implementava a linguagem SQL

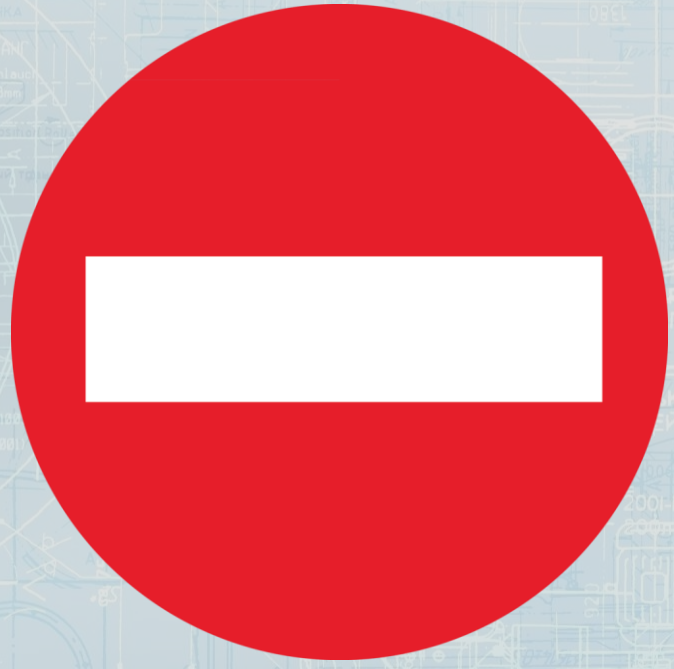
nosql

- 2009 (reintrodução)
  - Evento organizado por Johan Oskarsson (Last.fm)
  - Popularidade do BigTable/MapReduce (Google) e do DynamoDB (Amazon).
  - Novos sistemas de banco de dados distribuídos e de código aberto

Nomenclatura

- Com o tempo, “**SQL**” tornou-se sinônimo de SGBDs **relacionais**
- **NoSQL é diferente de não usar a linguagem SQL; refere-se a não usar um SGBD relacional**
  - Seria até melhor chamar de “**NoRel**”
- As últimas duas décadas mostraram que nem todo problema de gerenciamento e análise de dados tem por melhor resposta a adoção de um SGBDR tradicional
  - Em outras palavras, nem todo problema de gerenciamento e análise de dados é melhor solucionado usando **exclusivamente** um SGBDR tradicional
- Atualmente, **NoSQL** → “**Not Only SQL**”

Por que não usar um SGBDR tradicional



- Necessidade de melhor desempenho
- Necessidade de maior flexibilidade

+ Dados, + Eficiência, + Flexibilidade

- Principais motivações para o desenvolvimento dos sistemas NoSQL
- **A proposta dos sistemas NoSQL é "sacrificar" alguns dos benefícios providos pelos SGBDRs tradicionais** em prol de mais
  - capacidade de armazenamento
  - flexibilidade na representação dos dados
  - eficiência de acesso ao dados

NoSQL: vantagens

- Esquema mais flexível
- Inicialização mais rápida e barata
- Escalabilidade para grandes volumes de dados (tanto para armazenamento, quanto para a eficiência no acesso aos dados)
- Consistência relaxada, que resulta em melhor desempenho e disponibilidade

NoSQL: desvantagens

- A ausência de uma linguagem de consulta declarativa e padronizada
  - Implica em maior esforço para os desenvolvedores, que precisam implementar as operações de manipulação dos dados usando linguagens de programação
- Consistência relaxada
  - Menos garantias com relação à consistência dos dados

NoSQL: características comuns

- A habilidade de **escalar horizontalmente *operações simples*** em vários servidores
- A habilidade de **replicar e distribuir (particionar) dados** em vários servidores
- Substituição da **“comunicação” via** SQL por **APIs simples**
- Um modelo de **controle de concorrência mais fraco** que o das transações ACID usadas nos SGBDRs
- Uso eficiente de **índices distribuídos e memória RAM** para armazenamento dos dados
- A habilidade de adicionar dinamicamente novos atributos aos registros de dados (**ausência de esquema fixo** – *schemaless*)

Definições importantes

- **“Operações simples”**
  - Busca de um registro por meio de sua chave (*key lookup*), leituras e escritas de um registro ou de um número pequeno de registros
  - Constituem o tipo de operação mais frequente nas aplicações web atuais
- **“Escalabilidade horizontal”**
  - Habilidade de distribuir os dados e o processamento de operações simples em vários servidores (nós), sem o compartilhamento de RAM ou disco entre os servidores → **arquitetura *shared nothing***
  - Esse tipo de escalabilidade geralmente é mais barata que a vertical, principalmente quando usa *commodity hardware*

➢ **Obs.: Escalabilidade vertical** → ocorre quando o SGBD usa vários *cores* que compartilham a mesma RAM e disco, ou seja, o SGBD está em uma única máquina

Escalabilidade horizontal

- Pode ser feita de duas maneiras:
  - **Particionando os dados (*sharding*)** entre os nós
    - Particionamento horizontal: cada nó armazena um subconjunto das “linhas” do BD
    - Particionamento vertical: cada nó armazena um subconjunto das “colunas” do BD
  - **Replicando os dados** nos nós

- Possibilita que um grande número de operações simples (principalmente consultas) sejam realizadas a cada segundo → **paralelização**

Replicação de dados

- Pode ter dois objetivos diferentes (e não mutuamente exclusivos):
  - Tolerância a falhas
  - Balanceamento de carga de operações de acesso a dados
- A propagação das atualizações entre as réplicas pode ser:
  - **Assíncrona** → garante ***eventual consistency*****:** não há a garantia de que um dado lido é o mais atual, mas as atualizações serão propagadas para todos os nós em algum momento do tempo
  - **Síncrona** → garante consistência

➢ Quando a replicação é assíncrona, uma falha em um nó pode causar perda irreversível de dados!

Armazenamento dos dados

- Os dados e os índices podem ser mantidos
  - No disco (HD, SSD)
  - Na memória RAM, com tolerância a falhas por meio de persistência em disco ou replicação

Problemas de consistência

- Tipos de conflitos que podem ocorrer em SGBDRs:
  - **Escrita-escrita** → quando dois clientes tentam escrever sobre os mesmos dados ao mesmo tempo
  - **Leitura-escrita** → quando um cliente lê dados inconsistentes no meio da escrita de outro cliente
- Sistemas distribuídos também têm esses conflitos. Ex.:
  - Alterações simultâneas em cópias diferentes de um dado registro
  - Leitura de uma cópia desatualizada

Conflitos e consistência

- Há duas abordagens para evitar conflitos:
  - **Pessimista** → bloqueia os registros de dados, para evitar os conflitos
  - **Otimista** → detectam os conflitos e depois os tratam
- Para obter boa consistência, é preciso envolver muitos nós nas operações sobre os dados
  - Mas isso aumenta a latência (tempo de resposta das operações)

Conclusões

- O **modelo relacional** tradicional não está superado e se adapta bem a aplicações
  - com dados em **formato padronizado**
  - em que a **consistência** dos dados é crucial
  - que podem tolerar alguma **latência** de E/S
- Por outro lado, o **modelo NoSQL** é indicado quando
  - os dados **não** se moldam bem ao **modelo relacional**
  - **não** é necessária **consistência** absoluta
  - **velocidade de I/O** é crucial

Para saber mais

- ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**: Fundamentos e Aplicações. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2019, p. 795-820