

NoSQL - Armazenamento e Recuperação de Dados Não-Relacionais

Bruno Santos de Lima¹, Leandro Ungari Cayres¹

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Caixa Postal 19060-900 – Presidente Prudente – SP – Brasil

brunoslima4@gmail.com, leandroungari@gmail.com

Abstract. *Through growing technology of recent years, new concepts for data storage and manipulation have emerged, the traditional relational database model has dominated this area; but new applications require greater flexibility for data storage and retrieval, such features that are not fully provided by traditional database models, so this article is focused on describing non-relational databases, also known such as NoSQL, which are alternatives to relational databases and have been gaining more and more space in the technology environment in many types of applications.*

Resumo. *Com a crescimento tecnológico dos últimos anos, novos conceitos para armazenamento e manipulação de dados surgiram, o tradicional modelo de banco de dados relacional tem dominado esta área; porém novas aplicações necessitam de uma maior flexibilidade para armazenamento e recuperação de dados, tais características que não são providas em sua totalidade por modelos de banco de dados tradicionais, assim este artigo está focado na descrição acerca de bancos de dados não-relacionais, também conhecidos como NoSQL, que são alternativas aos bancos de dados relacionais e vem ganhando cada vez mais espaço no meio tecnológico em diversos tipos de aplicações.*

1. Introdução

Irrefutavelmente, é possível notar o avanço tecnológico e consequentemente, o crescimento do número de dispositivos eletrônicos, sejam supercomputadores, computadores pessoais ou dispositivos móveis, tornando-se cada vez mais presentes nas mais variadas situações do dia a dia, nos quais acelerômetros e giroscópios que antes inovações se tornaram sensores comuns, buscam obter e manipular diversos tipos de dados referentes a cada aplicação específica de um determinado contexto.

Em relação a manipulação de dados, com a presença diversas aplicações e dispositivos atuando a todo momento, torna-se necessário o armazenamento de forma a visar a integridade e consistência desse crescente volume de dados, que posteriormente possibilite abstrair informações relevantes sobre um determinado contexto, de forma a construir um montante de conhecimento e empregá-lo em prol de um propósito específico. O suporte automatizado para o armazenamento e manipulação de dados é provido por um Sistema de Banco Dados.

Quando o assunto Banco de dados é abordado logo é pensado como os dados não armazenados e manipulados? Para isso é seguido um modelo, de certa forma uma padronização, para responder esta pergunta, o modelo mais conhecido e utilizado em larga escala por Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) é denominado modelo relacional [Codd 1970] criado por Edgar Frank Codd em 1970, o modelo relacional substituiu o modelo anterior chamado de modelo hierárquico tornando-se um padrão referência para este quesito, sendo utilizado pela grande maioria dos SGBD's, onde podemos citar por exemplo os mais conhecidos atualmente: MySQL, Oracle, SQL Server e PostgreSQL.[Brito 2010]

Contudo, atualmente o modelo relacional não provém a flexibilidade necessária que o cenário atual exige, principalmente em ambientes de *Big Data*, e tem sido substituído em algumas áreas pelos chamados Bancos de Dados Não-Relacionais, ou NoSQL, este artigo tem como foco abordar o modelo não-relacional apresentando suas características, formas de armazenamento e recuperação dos dados, além de alguns contrastes ao modelo relacional.

Este artigo está organizado como segue: na Seção 2 é apresentado o conceito de banco de dados não relacional, a Seção 3 envatiza as categorias, ou seja, os tipos de NoSQL, os principais bancos de dados não-relacionais são descritos na seção 4, em seguida a Seção 6 ressalta um comparativo entre banco de dados relacionais e NoSQL, por fim a Seção 7 relata um estudo de caso desenvolvido na UFSCar que realiza uma análise de desempenho entre bancos de dados não relacionais e um banco de dado relacional.

2. NoSQL

Desde a sua criação, na década de 1970, o modelo relacional tem imperado, sendo utilizado em larga escala pela maioria dos sistemas gerenciadores de banco de dados. Porém devido ao crescimento do número de aplicações e recursos que tem sido utilizados pelos atuais sistemas computacionais, a utilização de SGBDs tem se apresentado problemática e ineficiente, em decorrência de dificuldades com escalabilidade, particionamento de dados em um sistema distribuído; neste ponto se concentra uma solução alternativa.

O NoSQL foi idealizado em 1998, tem como significado de seu termo "*Not Only SQL*", ou seja, não apenas SQL, de forma a surgir como uma alternativa, possibilitando a coexistência de ambos, cada qual em seu espaço de atuação, priorizando a maior viabilidade. Por exemplo em aplicações distribuídas, como em redes sociais tais como Facebook e Twitter, as quais podem acumular *terabits* de dados todos os dias, não existindo um esquema fixo, assim para este tipo de aplicação o NoSQL é mais vantajoso.[Gueidi et al. 2016]

Os banco de dados não-relacionais fornecem mecanismos de armazenamento e recuperação de dados que são modelados sob uma perspectiva não estruturada, diferentemente da forma disposta por tabelas e tuplas utilizada pelo modelo relacional [Zhao et al. 2014], sendo esta a sua principal característica do NoSQL, a ausência de um esquema pré-definido, porém seu conceito é muito mais amplo, possibilitando a existência características peculiares a cada banco de dados NoSQL.

Abaixo estão descritas algumas características presentes em banco de dados não-relacionais:

- Distribuído: os banco de dados não-relacionais são em geral distribuídos, assim várias máquinas são responsáveis por armazenar e prover esses dados quando os mesmos forem requisitados.
- Escalabilidade horizontal: está relacionado a distribuição do banco de dados em várias máquinas paralelamente, realizando um conjunto de atividades, este conceito está fortemente ligado o aplicações distribuídas.
- Grande volume de dados: Um dos propósitos do NoSQL é ter a capacidade de armazenamento de grandes volumes de dados sem grandes perdas de desempenho.
- SQL não é suportado: De uma modo geral nos banco de dados NoSQL não é utilizado a linguagem SQL, assim cada sistema tem seu próprio modo de realizar consultas, através de uma sintaxe própria ou utilização de *drivers* para linguagens de programação.
- BASE: Conceito oposto ao ACID, o BASE é um conceito presente em todos os sistemas de banco de dados não-relacionais, associando características de disponibilidade, estado leve e eventual consistência. A abordagem ACID e BASE serão confrontadas com maiores detalhes na seção 5.

3. Categorização dos Banco de dados NOSQL

O NoSQL pode ser classificado em cinco categorias [Nayak et al. 2013] sendo estas:

- Armazenamento chave-valor: esta abordagem trabalha com duas informações associadas a um registro, a primeira consiste na chave e a outra o valor, este segundo consiste literalmente no dado armazenado, como isso seu mecanismo de funcionamento atua de forma similar a um *Hash Table*, permitindo acesso rápido, alta concorrência e armazenamento em massa, porém o grande ponto negativo deve-se a falta de uma esquematização o que deixa a visualização da organização desses dados dificultada.[Nayak et al. 2013]
- Orientação a colunas: esta técnica visa organizar os dados em colunas, ou seja, ocorre uma mudança de orientação agora por atributos, colunas, e não mais por registros, tuplas. Dois exemplos dessa categoria de banco de dados orientado por colunas é o Cassandra e o BigTable.[Brito 2010][Jatana et al. 2012]
- Orientação a documentos: nesta abordagem os dados são armazenados na forma de documentos textuais associados a uma chave única, a qual representa a localização de armazenamento, que em geral é fornecida por uma API ou uma linguagem de consulta para que esses documentos possam ser recuperados rapidamente. [Jatana et al. 2012] Uma vantagem relacionado a essa categoria está no aproveitamento de espaço de armazenamento, visto que um documento tem um tamanho necessário para armazenar os dados em que nele estão sem que ocorra desperdício de espaço, sem atributos vazios ou nulos, um dos principais representantes deste modelo é o MongoDB. Esse modelo deve ser evitado em aplicações que envolvem muitos relacionamentos.[Nayak et al. 2013]

- Orientação a grafos: nesta técnica o armazenamento é baseado em grafo, em que cada nó é um objeto e o relacionamento entre esses objetos é expresso pelas arestas que ligam dois nós. Esse tipo de modelo é indicado para redes sociais, sistemas bioinformática entre outros, pois os nós podem representar por exemplo pessoas, entretanto é importante ressaltar que o aumento na complexidade do agrupamento de dados é diretamente proporcional ao número de registros.[Nayak et al. 2013][Jatana et al. 2012]
- Orientação a objetos: nesta abordagem os dados são armazenados na forma de objetos, objetos análogos aos do paradigma de programação orientado a objetos oferecendo recursos como encapsulamento, polimorfismo e herança, cada objeto tem um identificador único que representa o objeto unicamente.[Nayak et al. 2013]

Adicionalmente, têm sido elaborados banco de dados não-relacionais híbridos, de forma a serem compostos por mais de uma destas abordagens, buscando usufruir das vantagens de cada categoria e amenizar o ônus de utilização.

4. Principais sistemas de banco de dados não-relacionais

Através de pesquisas desenvolvidas na área de banco de dados relacionais, principalmente pelas grandes empresas de tecnologia, diversos sistemas de banco de dados adquiriram destaque, a seguir serão apresentados os principais em breve histórico.

Em 2004, a partir da idealização e desenvolvimento da Google surge um banco de dados proprietário de alta performance chamado *BigTable* que tinha como objetivo prover maior escalabilidade e disponibilidade não fornecida pelos banco de dados não relacionais.[Brito 2010]

Posteriormente, um sistema de destaque desenvolvido pela Amazon em 2007 foi chamado de *Dynamo*, com características não-relacionais básicas provia alta disponibilidade sendo destinado para os *web services* da própria Amazon.[Brito 2010]

Imediatamente a seguir, em 2008, a empresa Facebook apresentou um dos principais sistemas de banco de dados da atualidade, chamado Cassandra, como um banco de dados não-relacional com fortes características de dados distribuídos e alta disponibilidade, sendo capaz lidar com grandes volumes de dados ideal para ambientes de Big Data, como sua rede social. O projeto foi tão bem sucedido que foi adotado pela rede social Twitter, em substituição ao MySQL.[Brito 2010]

Neste mesmo período, uma iniciativa da empresa Apache viabilizou o desenvolvimento do sistema denominado Apache CouchDB que é orientado a documentos, utilizando o mesmo princípio de orientação a documentos. Em 2009, o sistema de banco de dados MongoDB foi apresentado sendo altamente escalável e possuindo características semelhantes ao CouchDB.[Brito 2010]

5. Propriedades ACID e BASE

Dentre os principais fatores que impactam negativamente sob o desempenho de banco de dados relacionais, estão todas as operações necessárias para garantir as características da propriedade ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade), tais atributos

garantem a independência e completa execução de transações, garantindo a integridade dos dados após sucessivas manipulações.[Brito 2010]

Perante este arcabouço de funcionalidades, que por um lado fornece consistência, por outro há grandes perdas de desempenho, os banco de dados não-relacionais baseiam-se em outro conjunto de propriedades chamado BASE (Disponibilidade básica, estado leve e consistência eventual). Devido estas propriedades, o banco de dados não necessita estar a todo momento consistência, mas somente nos devidos momentos, pode ter uma máquina inoperante que mesmo assim estará em funcionamento devido ao fácil escalonamento, desta forma, obtem-se ganhos de desempenho ao eliminar diversos funcionalidades que pesariam em comparação ao modelo relacional.[Brito 2010]

6. Comparativo: Modelo Relacional x NoSQL

Quando a viabilidade de migração de um banco de dados relacional em detrimento de uma abordagem não-relacional é avaliada, deve-se estabelecer de todas as vantagens e desvantagens de cada modelo, em relação aos principais aspectos de escalonamento, consistência e disponibilidade. A tabela abaixo estabelece esse comparativo:

Table 1. Comparativo entre bases de dados relacionais e não-relacionais. [Brito 2010]

Escalonamento	Possível, porém complexo devido o modelo estruturado, a adição de forma dinâmica de novas máquinas não é incorporada naturalmente.	Uma das principais vantagens desse modelo, pois não possui nenhum esquema pré-definido, possui maior flexibilidade o que favorece a inclusão transparente de outros elementos.
Consistência	O conjunto de regras de consistência presentes propiciam uma maior grau de rigor quanto à consistência das informações.	Realizada de modo eventual no modelo, se nenhuma atualização for realizada sobre o item de dados, todos os acessos a esse item devolvem o último valor atualizado.
Disponibilidade	Dada a dificuldade de se conseguir trabalhar de forma eficiente com a distribuição dos dados, esse modelo pode não suportar a demanda muito grande de informações do banco.	Outro fator fundamental do sucesso desse modelo, capacidade de distribuição dos dados propicia que um maior número de solicitações aos dados seja atendida por parte do sistema e que o sistema fique menos tempo indisponível.

7. Um estudo de caso: Avaliação de Desempenho

Poucas análises e avaliações de desempenho foram aplicadas a bancos de dados não-relacionais, Renato Molina Toth da Universidade Federal de São Carlos, descreve, em

seu artigo intitulado "Abordagem NoSQL - uma real alternativa" [Toth 2011], um estudo de caso de avaliação de desempenho realizado com base no serviço Yahoo! Cloud Serving, no qual visa utilizar este serviço aplicando distintos tipos de bancos de dados não-relacionais, de forma a elaborar um estudo comparativo entre estes.

Para o estudo de caso, foi elaborado um modelo de benchmark para a avaliação da latência através da carga de trabalho de requisições, em que uma aplicação Java foi desenvolvida para esta finalidade, ou seja, realizar um grande número de transações. O experimento é descrito em três partes sendo elas: a carga de trabalho, o experimento em si e por fim os resultados coletados.

A carga de trabalho consiste em escolher quais transações serão empregadas, ou seja, deve-se visar diferentes tipos de consultas na base de dados de forma a exigir o máximo dos bancos de dados sob análise. O experimento trás dois tipos de carga de trabalho, possuindo tanto consultas de armazenamento, ou seja escrita, quanto de recuperação, o qual refere-se a operação de leitura, além de considerar diferentes tamanhos de registros armazenados.

Os bancos de dados não-relacionais utilizados no estudo foram o *Cassandra*, *Hbase* e *Sherpa*, as figuras a seguir mostram o desempenho desses bancos de dados, através da utilização de duas cargas de trabalhos pré-definidas. De forma complementar a análise, foi adicionado um banco de dados relacional, no caso *MySQL*, de forma a viabilizar um comparativo adicional.

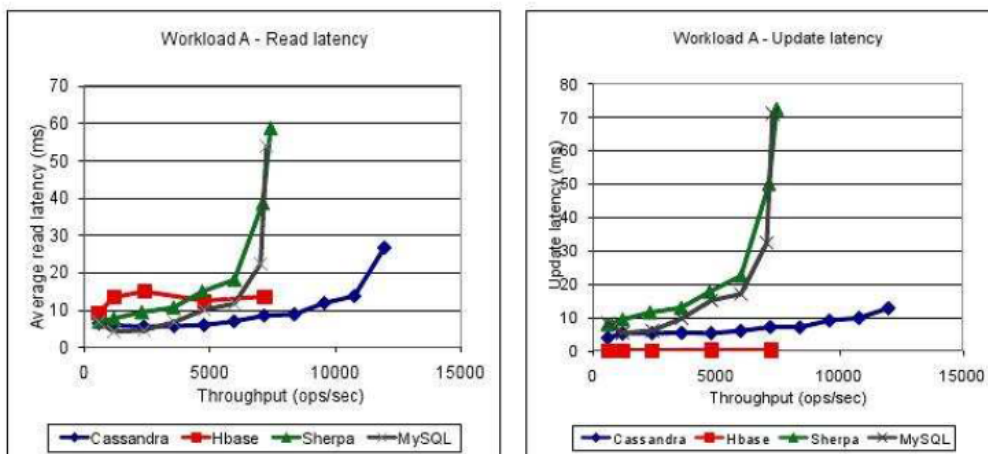


Figure 1. Análise - Carga de trabalho A

Como resultados da análise, na carga de trabalho A podemos observar que o bancos de dados *Cassandra* e *HBase* demonstraram-se mais vantajosos para escrita tendo um maior desempenho e menor latência, porém o *HBase* apresentou resultados inferiores no quesito leitura. Em relação a carga de trabalho B, os resultados apresentaram-se de forma similar, cujo destaque se refere ao banco de dados *Sherpa*, o qual apresentou um ótimo desempenho em média para cargas de trabalho menores.

Como resultado, ainda foi possível constatar que o banco de dados relacional teve uma performance constante, porém apresentando maior latência se comparado aos bancos de dados não-relacionais estudados principalmente após atividades de leitura.

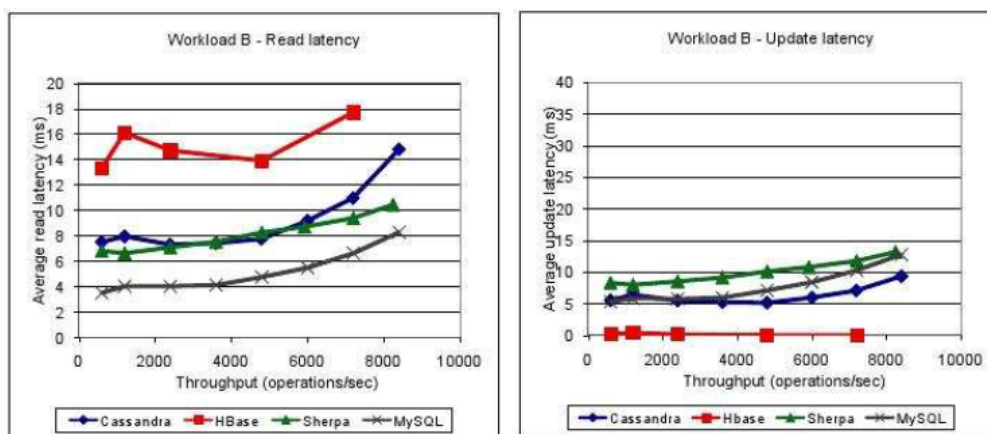


Figure 2. Análise - Carga de trabalho B

Como conclusão do estudo de caso, foi considerado que os bancos de dados NoSQL tiveram maior performance que o relacional na maioria dos casos.

8. Conclusão

Em suma, os banco de dados não-relacionais são atuais alternativas ao tradicional modelo relacional, acrescentando novos conceitos principalmente flexibilidade e escalabilidade, não presentes no modelo relacional e tão requeridas nas aplicações mais recentes tanto pela simplicidade quanto desempenho, cuja finalidade está em otimizar mesmo em detrimento de alguns aspectos que possam reduzir a consistência, pois nem todas as aplicações precisam de consistência elevada em todo momento, algumas aplicações precisam de maior liberdade para trabalhar com seus dados, pois tem propósitos diferentes para utilizá-los.

Outro aspecto relevante, embora existam poucos estudos comparativos entres os modelos de banco de dados relacional e não-relacional, o NoSQL consiste em uma tecnologia em ascensão que está invadindo o mercado, sendo apoiada pelas principais empresas de tecnologia no mundo, tais como Facebook, Twitter e Amazon, as quais tem aplicado cada vez mais recursos em pesquisas para o desenvolvimento de novas tecnologias em um mundo em que o fluxo de dados cresce a cada instante, no chamado *BigData*, no qual cada dado pode fazer a diferença na criação de novos conhecimentos.

References

- Brito, R. W. (2010). Bancos de dados nosql x sgbd's relacionais: análise comparativa. *Faculdade Farias Brito e Universidade de Fortaleza*.
- Codd, E. F. (1970). A relational model of data for large shared data banks. *Commun. ACM*, 13(6):377–387.
- Gueidi, A., Gharsellaoui, H., and Ahmed, S. B. (2016). A nosql-based approach for real-time managing of embedded data bases. In *Computer Applications & Research (WSCAR), 2016 World Symposium on*, pages 110–115. IEEE.

- Jatana, N., Puri, S., Ahuja, M., Kathuria, I., and Gosain, D. (2012). A survey and comparison of relational and non-relational database. *International Journal of Engineering Research Technology IJERT*.
- Leavitt, N. (2010). Will nosql databases live up to their promise? *Computer*, 43(2). IEEE.
- Nayak, A., Poriya, A., and Poojary, D. (2013). Type of nosql databases and its comparison with relational databases. *International Journal of Applied Information Systems*, 5(4):16–19. Published by Foundation of Computer Science, New York, USA.
- Pritchett, D. (2008). Base: An acid alternative. *Queue*, 6(3):48–55.
- Toth, R. M. (2011). Abordagem nosql uma real alternativa. *Sorocaba, São Paulo, Brasil: Abril*, 13.
- Zhao, G., Lin, Q., Li, L., and Li, Z. (2014). Schema conversion model of sql database to nosql. In *P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC), 2014 Ninth International Conference on*, pages 355–362. IEEE.