

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Faculdade do Gama**

**Sistemas de Banco de Dados 2**

**Tecnologias de Banco de Dados (TI-BD)**

**Banco de Dados Móveis**

**Guilherme Siqueira Brandão – 16/0007763**

Brasília, DF

2019

## 1. O que são Banco de Dados Móveis?

Com o crescente uso dos dispositivos móveis (celulares, *tablets*, computadores) constantemente conectados à rede, a **computação móvel** se torna necessária, pois ela permite o acesso a recursos, serviços e informações compartilhadas em qualquer lugar que possua conexão com a internet (GALLIANO, 2007).

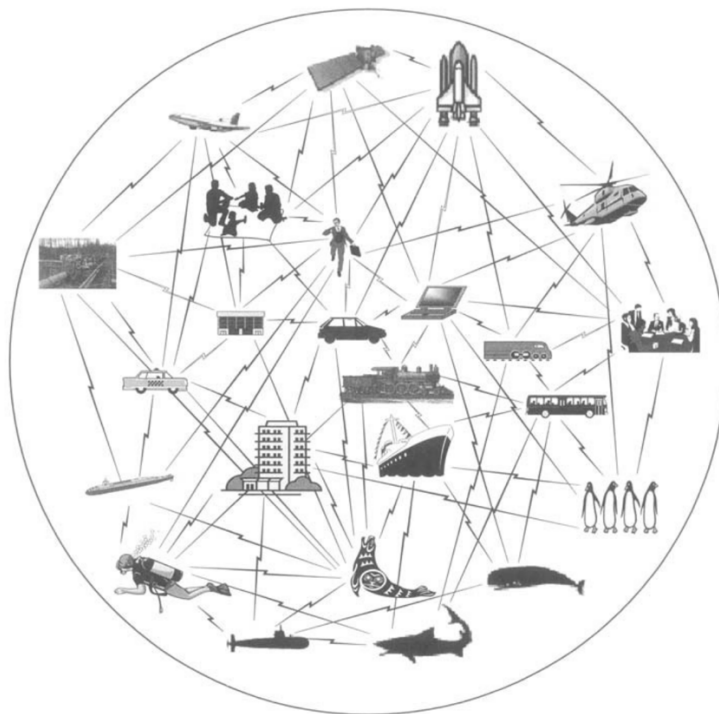


Figura 1: Um espaço de informações totalmente conectado. Fonte: Mobile Database Systems. Vijay Kumar.

A computação móvel permite o desenvolvimento de novas aplicações em banco de dados, e para que estas aplicações sejam executadas corretamente é necessário mudanças no gerenciamento e nos mecanismos de garantia de consistência de dados, pois essas conexões sem fio impõem restrições como: limitação da largura de banda dos canais de comunicação sem fio, mobilidade e frequentes desconexões dispositivos móveis devido os mais variados motivos, além da mobilidade dos dados e do elevado número de usuários que utilizam estas aplicações móveis (GALLIANO, 2007).

Banco de dados móveis é uma adaptação dos Sistemas de Banco de Dados Distribuídos com o conceito de mobilidade e suas restrições impostas mencionadas no parágrafo anterior em conjunto com características do banco

de dados centralizado que também foram adaptadas (COELHO; PRADO, 2015).

Em um "Sistema de banco de dados móvel (MDS)", que é um sistema de banco de dados distribuído **por cliente**, onde todo o ambiente de processamento é móvel, o banco de dados real pode ser estático e armazenado em vários sites, mas os nós de processamento de dados, como laptop, PDA, telefones celulares etc., podem ser móveis e podem acessar os dados desejados para processar transações de qualquer lugar e a qualquer momento (KUMAR, 2006).

Banco de dados móveis podem ser baseados em gerenciamento de dados distribuídos em dois possíveis cenários:

No primeiro, a base de dados está distribuída entre os componentes ligados por fiação, com replicação total ou parcial dos dados, com uma estação base que gerencia a própria base de dados com um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) com funcionalidades adicionais visando localizar unidades móveis que gerenciam consultas e transações do ambiente móvel (GALLIANO, 2007).

No segundo cenário a base de dados é distribuída pelos componentes com e sem fio, sendo a responsabilidade pelo gerenciamento dos dados compartilhada entre as unidades móveis e as estações base (GALLIANO, 2007).

Geralmente os componentes de um banco de dados móvel incluem:

- Servidor de banco de dados corporativo e SGBD que lida e armazena os dados para a aplicação corporativa;
- Banco dados remoto e SGBD que geralmente gerencia e armazena dados móveis e fornece para as aplicações móveis;
- Plataforma de banco de dados móvel que inclui um laptop, PDA (*Personal Digital Assistant*), *smartphones* ou outros dispositivos de acesso à internet;
- Links de comunicação bidirecional entre o SGBD corporativo e o móvel.

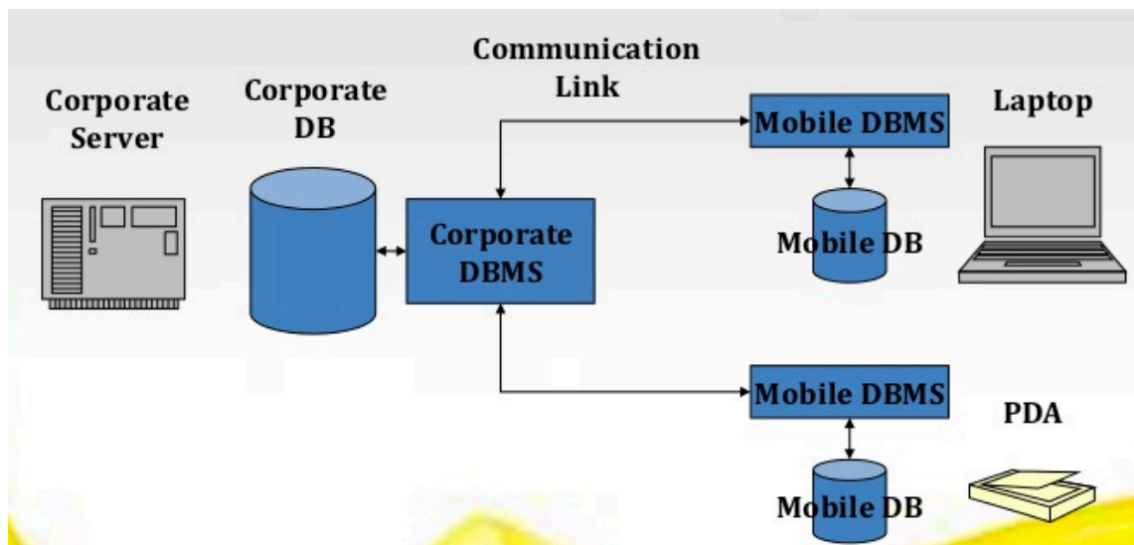


Figura 2: Componentes de Banco de Dados Móvel

A comunicação entre os bancos de dados corporativos e móveis geralmente é descontínua e geralmente é estabelecida ou obtém sua conexão por um curto período de tempo em intervalos irregulares.

Pelo SGBD Móveis serem uma adaptação dos distribuídos muitas funções deste último também se aplicam à adaptação, mas os seguintes pontos devem ser levados em consideração:

- Distribuição de dados e replicação: devido os dados terem a opção de não estarem distribuídos entre as estações base e as unidades móveis, as restrições de consistência aumentam a questão em volta do problema de gerenciar os dados em cache, necessitando adequar à unidade móvel o acesso aos dados mais acessados e atualizados. **Replicação** é a maneira como um arquivo ou vários arquivos são copiados de seu local de origem para outros locais do sistema distribuído. A replicação é usada para garantir a disponibilidade da informação e o desempenho das aplicações sobre banco de dados móveis copiando as informações que estão no banco de dados distribuído. Após os dados serem distribuídos, há a **sincronização** dos dados, que significa manter esses dados atualizados de forma que o usuário tenha certeza que o que está disponível para ele é a versão mais recente da aplicação, assim, todos os outros locais que acessam os dados recebem a informação atualizada (COELHO; PRADO, 2015).
- Modelos de Transação: Em relação às tolerâncias à falhas e ocorrência

das transações, são ocorrências mais difíceis de serem manipuladas em banco de dados móveis, pois uma transação móvel é concretizada passando por diversas estações base e provavelmente um agrupamento de dados. Por exemplo: uma base dividida pelos componentes com e sem fio as propriedades ACID (atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade) das transações podem precisar de ajustes de modo que atenda as exigências da mobilidade que a computação móvel exige. Para recuperar os dados após uma falha durante o processamento de transações, o sistema gerenciador de banco de dados móveis utiliza pontos de recuperação conhecidos como *checkpoints*, retornando para o último *checkpoint* salvo para reiniciar a execução. (COELHO; PRADO, 2015).

Em relação à consistência (transação cria um novo estado válido dos dados ou em caso de falha retorna todos os dados ao seu estado antes que a transação foi iniciada), em um ambiente centralizado ou distribuído existe apenas um valor correto para cada objeto de dados. O termo consistência mútua é usado para indicar que todos os valores do mesmo item de dados convergem para esse valor correto e um banco de dados replicado está em um estado mutuamente consistente se todas as cópias tiverem exatamente o mesmo valor. Em sistemas móveis a **consistência espacial** indica que todos os valores dos itens dos dados de uma replicação espacial estão associados a **uma e apenas uma região de dados** e satisfazem restrições de consistência definidas pela região. Portanto, existe uma relação 1:1 entre o valor dos dados e a região que ele serve. Toda unidade móvel que inicia transações em uma região deve ter uma visão consistente da região e o banco de dados deve garantir que o efeito da execução das transações seja durável nessa região. Mas para alcançar esse estado só a consistência espacial não é suficiente, então a região também deve satisfazer a **consistência temporal**. Consistência temporal é o que indica que todos os dados devem satisfazer um determinado conjunto de restrições de integridade. O banco de dados é temporalmente consistente se todas as réplicas temporais (replicação de itens de dados em vários sites) de um item de dados tiverem o mesmo valor (KUMAR, 2006).

## **2. Objetivo**

Com banco de dados móveis os usuários têm acesso aos dados através de dispositivos móveis com acesso à internet. A utilização de banco de dados móveis facilita a locomoção física, possibilitando que os usuários tenham acesso aos dados a qualquer hora e em qualquer lugar, desde que haja conexão com a rede (ITO, 2001).

Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Móveis são uma adaptação do Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados centralizados e distribuídos com a função de serem executados em um dispositivo móvel agindo com um papel de servidor de dados local e global (COELHO; PRADO, 2015).

## **3. Vantagens dos Bancos de Dados Móveis**

Dentre as vantagens dos bancos de dados móveis estão:

- Mobilidade geográfica: os clientes podem se movimentar livremente sem afetar sua capacidade de processamento e conectividade contínua, enquanto no banco de dados relacional centralizado é inviável o usuário se movimentar pelo espaço geográfico livremente e realizar o processamento de dados, pois há restrições já anteriormente mencionadas. (KUMAR, 2006);
- Banco de Dados Móveis não perde os dados quando a conexão é interrompida, pois a instabilidade da rede dos dispositivos móveis deve ser tratada. Em banco de dados centralizados cujo há necessidade constante de conexão e energia, é necessário ter mecanismos de tolerância à falhas para lidar com esses problemas, mas nos sistemas móveis a falta de conexão é algo recorrente e que portanto é alvo de soluções para este problema (KUMAR, 2006);
- Capacidade de processamento de dados: os clientes têm alguma capacidade de processamento enquanto os servidores têm total capacidade de processamento de banco de dados (KUMAR, 2006);
- Comunicação sem fio: um cliente pode se comunicar com o servidor e com qualquer outro cliente através de uma rede sem fio, com o usuário

podendo estar livre de restrições temporais e espaciais no processamento da informação desejada, enquanto em banco de dados relacionais centralizados tradicionalmente o banco de dados é processado por unidades de processamento imóvel: servidores ou clientes com coordenadas espaciais fixas, que os usuários as procuram com solicitações de processamento de dados (KUMAR, 2006);

Em banco de dados móveis é possível utilizar a estrutura de banco de dados relacionais, em que todos os dados são guardados em tabelas, possuindo estrutura que se repete a cada linha e relacionamentos entre tabelas.

#### 4. Desvantagens dos Bancos de Dados Móveis

Por estar em um ambiente móvel e possuir limitações de recursos já anteriormente mencionadas, a aplicação está sujeita a tanto falhas de *software* como de *hardware*, enquanto em sistemas centralizados o *hardware* é mais robusto, possuindo melhores recursos (ITO, 2001).

Os riscos de segurança em ambientes móveis são maiores quando comparados ao de sistemas distribuídos e tradicionais, pois são muito mais propensos a ataques e falhas. A mobilidade que a computação móvel permite tem a desvantagem do maior risco de perda das unidades, caracterizando perda de dados e de confidencialidade, além de que a proteção de um dispositivo móvel deve ser mais simples, pois há escassez de recursos e poder de processamento (SILVA, 2003).

No tópico anterior foi mencionada a possibilidade de utilização de banco de dados relacionais móveis, entretanto, quando há dados com algum nível de complexidades se torna difícil trabalhar com banco de dados relacionais móveis. Então, há a possibilidade da utilização **de banco de dados orientados a objetos**, que são banco de dados em que cada informação é armazenada na forma de objetos que só podem ser manipuladas através de métodos definidos pela classe que esteja o objeto (GALANTE; MOREIRA; BRANDÃO, 1999).

A mobilidade afeta diretamente a propriedade Atomicidade (garantia

que resultados parciais de uma transação não existe no banco de dados) das propriedades ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade), pois a mobilidade não altera a definição de atomicidade, mas dificulta sua aplicação, pois *log* de execução da transação é necessário para implementar a atomicidade. Enquanto em um sistema convencional o *log* é armazenado em um servidor e é de fácil acesso, no sistema móvel essa mesma abordagem não tem boa funcionalidade, pois uma unidade móvel é conectada e desconectada a vários servidores quando é móvel (KUMAR, 2006);

## 5. Exemplos

### 5.1. SQLite

O SQLite é uma biblioteca em processo que implementa um mecanismo de banco de dados transacional independente, sem servidor e com configuração zero. O código para SQLite é de domínio público e, portanto, é gratuito para uso para qualquer finalidade, comercial ou privada. O SQLite é o banco de dados mais amplamente implantado no mundo, com mais aplicativos do que pode-se contar, incluindo vários projetos de alto nível.

O SQLite é parecido com um gerenciamento de banco de dados, no qual alguma das suas funções é manter o controle de diversos bancos de dados e simultaneamente suas tabelas. O desenvolvedor cria o banco de dados e as tabelas, assim como manipula seus dados através dos comandos DDL (Data Definition Language) e DML (Data Manipulation Language), que são comando do SQL padrão. Toda o serviço de persistência de dados é fornecido pelo SQLite. Toda a estrutura do banco de dados fica armazenado junto com a aplicação em um único arquivo, no qual possui extensão “.db”. O SQLite é um gerenciador de banco de dados independente, que não depende da arquitetura cliente-servidor (LECHETA, 2013).

### 5.2. Realm

O Realm Database é uma alternativa ao SQLite e Core Data. Graças ao seu design de cópia zero, o Realm Database é muito mais rápido que um ORM e geralmente mais rápido que o SQLite bruto. Ele é incorporado ao



cliente, orientado a objetos e cross-plataform que persiste dados localmente no dispositivo. Está disponível Swift e Objective-C (iOS), Java (Android), C# (Xamarin, .NET) e JavaScript (React Native e Node.JS) (REALM, 2017).

O Realm é um contêiner de objetos leve que age como um banco de dados, mas possui algumas diferenças importantes. Como em qualquer outro banco de dados, os dados nos Realms podem ser consultados, filtrados, interconectados e persistidos. Diferentemente de um banco de dados convencional, os dados são representados como objetos totalmente reativos, permitindo acesso seguro através de threads e possibilitando a sincronização perfeita. Um Domínio pode conter vários tipos de objetos, cada um com seu próprio esquema imposto. Seu aplicativo pode usar vários domínios com permissões diferentes para usuários diferentes. Os Realms Locais são uma cópia exata dos Realms remotos e vice-versa (REALM, 2017).

O Realm remove a latência inerente ao modelo tradicional de banco de dados móveis que depende muito das chamadas de API por redes móveis para manter os dados atualizados. Em vez disso, o Realm incorpora um banco de dados com todos os recursos no dispositivo para acesso rápido e eficiência máxima, mesmo no caso de conjuntos de dados muito grandes. As consultas precisam de apenas frações de segundo para serem concluídas, o que fornece uma experiência suave e altamente responsiva. O armazenamento de dados no lado do cliente também suporta casos de uso offline, permitindo que o aplicativo continue funcionando offline e sincronize os dados posteriormente quando a conectividade de rede estiver disponível (REALM, 2017).

Grandes empresas utilizam o Realm, sendo essas as “carro-chefes”:



Figura 3: Empresas que utilizam Realm

Mais especificamente, o Realm é utilizado pela empresa brasileira **CI&T**, parceira de soluções digitais, trabalhou com uma das maiores instituições financeiras brasileiras para integrar o Realm como seu mecanismo de cache, pois reduz drasticamente os custos de processamento do mainframe. A CI&T teve a oportunidade de propor o uso da Realm Mobile Database em um projeto de uma grande instituição financeira brasileira em que o cliente monitora de perto o consumo e os custos de processamento; portanto, quando a CI&T propôs um novo recurso, eles entraram em contato com a equipe de mainframe para executar alguns testes. Os resultados foram um aumento considerável nos custos de processamento que inviabilizaram o lançamento do novo recurso. Mas o ponto de virada foi quando a equipe de desenvolvimento da CI&T notou, através de uma prova de conceito, que usar o Realm como uma camada de cache reduziria drasticamente os custos de processamento do mainframe. O cliente aprovou o uso do Realm, desde que a estrutura proprietária encapsulasse e gerisse todo o acesso a dados.

## 6. Referência Bibliográfica

DE OLIVEIRA COELHO, Taiany; DE MORAIS GIGLIO, Giuliano Prado. Análise Comparativa para Avaliação de Tecnologias de Banco de Dados para Dispositivos Móveis. **Caderno de Estudos em Sistemas de Informação**, v. 1, n. 1, 2015.

GALANTE, Alan Carvalho; MOREIRA, Elvis Leonardo Rangel; BRANDÃO, Flávio Camilo. Banco de Dados Orientado a Objetos: Uma Realidade. Publicação Artigo: Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora, Macaé. 1999.

GALLIANO, Eduardo. Bancos de Dados Móveis. Publicação artigo: **Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco**, Londrina. 2007.

ITO, Giani C. Bancos de dados móveis: uma análise de soluções propostas para gerenciamento de dados. Dissertação Mestrado: **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis. 2001

KUMAR, Vijay. Mobile Database Systems. Kansas City: **John Wiley & Sons, Inc**, 2006. ISBN 9780470048290. DOI 10.1002/0470048298. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0470048298>>. Acesso em: 07 de setembro de 2019.

LECHETA, Ricardo R. Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com Android SDK. **Editora Novatec. Ed: 3**. São Paulo, Março. 2013.

REALM. Build Better Apps, Faster, with Realm. Disponível em: <<https://www2.realm.io/whitepaper/realm-overview-success>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

SILVA, Edson Carlos da. Um estudo dos principais modelos de transações em banco de dados móveis e uma proposta diferenciada do modelo pro-motion. Dissertação mestrado: **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis. 2003.

SQLITE. **About SQLite**. Disponível em: <<https://www.sqlite.org/about.html>>. Acesso em 07 de setembro de 2019.

W3 SCHOOLS. **Mobile Databases**. Disponível em: <<https://www.w3schools.in/dbms/mobile-databases/>>. Acesso em 06 de setembro de 2019.