

### **Linguagens de Definição (DDL), Manipulação (DML) e Controle de Dados (DCL)**

Um esquema de banco de dados é especificado por um conjunto de definições expressas por uma linguagem especial chamada linguagem de definição de dados (Data Definition Language, DDL). O resultado da compilação de comandos de uma DDL é um conjunto tabelas que são armazenadas em um arquivo especial chamado dicionário (ou diretório) de dados.

Um diretório de dados é um arquivo que contém metadados, ou seja, "dados sobre dados". Este arquivo é consultado antes que os dados sejam lidos ou modificados no sistema de banco de dados.

A estrutura de armazenagem e os métodos de acesso usados em um sistema de banco de dados são especificados por um conjunto de definições em um tipo especial de DDL chamado linguagem de armazenagem e definição de dados. O resultado da compilação destas definições é um conjunto de instruções para especificar a implementação de detalhes do esquema de banco de dados que estão normalmente escondidos dos usuários.

### **Linguagem de Manipulação de Dados**

Os níveis de abstração discutidos anteriormente (níveis físico, conceitual e de visão) não se aplicam somente à definição ou estrutura de dados, mas também à sua manipulação. A manipulação de dados significa:

- a busca da informação armazenada no BD;
- a inserção de novas informações nos BD;
- a eliminação de informações no BD;
- a modificação de dados armazenados no BD.

No nível físico precisamos definir algoritmos que permitam um acesso eficiente aos dados. Nos níveis mais altos de abstração é dada ênfase à facilidade de uso. O objetivo é fornecer uma interação humana eficiente com o sistema.

A linguagem de manipulação de dados (Data Manipulation Language, DML) é a linguagem que permite aos usuários fazer o acesso a os dados ou manipulá-los, conforme modelo de dados apropriado. Existem basicamente dois tipos:

DMLs procedurais requerem do usuário a especificação de qual dado é necessário e de como obtê-lo;

DMLs não-procedurais requerem do usuário a especificação de qual dado é necessário sem especificar como obtê-lo.

DMLs não-procedurais são usualmente mais fáceis de aprender e usar do que DMLs procedurais. Entretanto, se um usuário não necessita especificar como obter os dados, estas linguagens podem gerar código não tão eficiente como o produzido por linguagens procedurais. Esta dificuldade pode ser remediada por meio de várias técnicas de otimização.

Uma consulta (query) é um comando requisitando a busca de uma informação. A porção de uma DML que envolve busca de informações é chamada linguagem de consulta. Embora tecnicamente incorreto, é comum utilizar os termos linguagem de consulta e linguagem de manipulação de dados como sinônimos.

### **Gerenciador de Banco de Dados**

Os bancos de dados requerem tipicamente um grande espaço de armazenamento. Os bancos de dados corporativos são medidos geralmente em gigabytes, ou, para os maiores, terabytes de dados. Um gigabyte equivale a 1000 megabytes (um bilhão de bytes) e um terabyte representa um milhão de gigabytes. Visto que a memória principal de um computador não pode armazenar essas informações, ela é armazenada em discos. Os dados são movidos entre discos de armazenamento e a memória principal conforme a necessidade.

Uma vez que esse movimento de dados é bastante lento em comparação com a velocidade da unidade central de processamento (UCP ou CPU, Central Processing Unit), é imperativo que o sistema de banco de dados estruture os dados de forma a minimizar o movimento de dados entre os discos e a memória principal.

A finalidade de um sistema de bancos de dados é simplificar e facilitar o acesso aos dados. Visões do usuário de alto nível ajudam-nos a atingir isto. Os usuários do sistema não devem preocupar-se desnecessariamente com os detalhes físicos da implementação do sistema. Contudo, o principal fator na satisfação de um usuário com o sistema de bancos de dados é seu desempenho.

Se o tempo de resposta a uma solicitação é muito longo, o valor do sistema é diminuído. O desempenho de um sistema depende da eficiência das estruturas de dados usadas para representar os dados no banco de dados. E, se for o caso, a vantagem não deve ser dada apenas entre espaço e tempo, mas também eficiência de um tipo de operação versus outra.

O gerenciador de banco de dados é um módulo de um programa que provê a interface entre os dados de baixo nível armazenados num banco de dados e os programas de aplicação e as solicitações submetidas ao sistema. O gerenciador de banco de dados é responsável pelas seguintes tarefas:

### **Interação Com o Gerenciamento de Arquivos**

Os dados não trabalhados são armazenados no disco usando o sistema gerenciador de arquivos, que geralmente é fornecido por algum sistema operacional. O gerenciador de banco de dados traduz os diversos comandos da DML em comandos de baixo nível do gerenciador de arquivos. Portanto, o gerenciador de banco de dados é responsável pelo armazenamento, pela busca e pela atualização de dados no banco de dados.

### **Cumprimento de Integridade**

Os valores de dados armazenados num banco de dados precisam satisfazer certos tipos de restrições de consistência. Por exemplo, o número de horas que um empregado pode trabalhar em uma semana não pode ultrapassar um limite estabelecido (digamos, 80 horas). Tal restrição precisa ser especificada explicitamente pelo administrador do banco de dados. O sistema gerenciador de banco de dados pode então determinar se as atualizações no banco de dados resultam numa violação da restrição; em caso positivo, ações apropriadas precisam ser tomadas.

### **Cumprimento de Segurança**

Como discutido anteriormente, nem todo usuário do banco de dados necessita ter acesso a todo o banco de dados, para impor requisitos de segurança de acesso aos dados.

### **Cópias de Reserva (Backup) e Recuperação (Restore)**

Um computador, como qualquer outro dispositivo mecânico ou elétrico, está sujeito a falhas. As causas das falhas incluem quebras de disco, falhas na energia e erros de software. Em cada um dos casos, as informações que se referem ao banco de dados podem ser perdidas. É responsabilidade do sistema gerenciador do banco de dados detectar tais falhas e restabelecer o estado do banco de dados como estava antes da ocorrência da falha. Isto é feito normalmente através da ativação de diversos procedimentos de recuperação e de cópias de reserva.

### **Controle de Concorrência**

Se diversos usuários atualizam o banco de dados concorrentemente, a consistência dos dados pode não ser mais preservada. Controlar a interação entre usuários simultâneos é outra atribuição do gerenciador de banco de dados.

Sistema de banco de dados projetados para uso em pequenos computadores pessoais podem não ter todos os recursos descritos acima. Por exemplo, muitos sistemas pequenos restringem o acesso a apenas um usuário de cada vez. Outros atribuem ao usuário tarefas como cópias de segurança, recuperação e imposição de segurança. Isto permite um gerenciador de BD menor, com menor requerimento de recursos, especialmente no que diz respeito à memória principal.

Por outro lado, assim como os baixos custos e baixos recursos são suficientes para pequenos bancos de dados pessoais, porém eles são inadequados para satisfazer as necessidades de empreendimentos de média ou larga escala.

### **Administrador de Banco de Dados**

Uma das principais razões para empregar um gerenciador de banco de dados é ter um controle central dos dados e dos programas de acesso a eles. A pessoa que tem esse controle sobre os sistema é chamada administrador de banco de dados (database administrator, DBA). As funções do administrador de banco de dados incluem:

### **Definição de Esquema**

O esquema original do banco de dados é criado escrevendo-se um conjunto de definições que dão traduzidas pelo compilador de DDL para um conjunto de tabelas que é armazenado permanentemente no dicionário de dados.

### **Definição de Estruturas de Armazenamento e Métodos de Acesso**

Estruturas apropriadas de armazenamento e métodos de acesso são criados escrevendo-se um conjunto de definições que são traduzidas pelo compilador de estruturas de dados e de linguagem de definição.

### **Modificação do Esquema e de Organização Física**

Modificações no esquema do banco de dados ou na descrição da organização da armazenagem física, embora relativamente raras, são executadas escrevendo-se um conjunto de definições que são usadas pelo compilador de DDL ou pelo compilador de estruturas de dados e linguagem de definição para gerar modificações nas respectivas tabelas internas do sistema (como, por exemplo, o dicionário de dados).

### **Concessão de Autorização para Acesso aos Dados**

A concessão de diferentes tipos de autorização permite ao administrador do banco de dados regular a quais partes do banco de dados os diversos usuários podem fazer acesso.

### **Especificação de Restrição de Integridade**

Restrições de integridade são mantidas em uma estrutura especial do sistema, consultada pelo gerenciador do banco de dados quando uma atualização ou inserção é feita no sistema.

### **Usuários de Banco de Dados**

A meta principal de um sistema de banco de dados é prover um ambiente para buscar e armazenar novas informações no banco de dados. Existem quatro tipos diferentes de usuários de banco de dados, segundo o modo pelo qual esperam interagir com o sistema.

### **Programadores de Aplicativos**

Profissionais da computação interagem com o sistema por meio de chamadas à DML, que são embutidas em um programa escrito em uma linguagem hospedeira (por exemplo, Cobol, PL/I, Pascal, C, C++, Java, etc). Estes programas são frequentemente referenciados como programas de aplicação. Exemplos em um sistema bancário incluem programas que geram cheques de pagamento, fazem débitos e créditos em contas, transferem fundos entre contas, etc.

Uma vez que a sintaxe da DML é normalmente bastante diferente da sintaxe da linguagem hospedeira, chamadas na DML são usualmente precedidas por um caractere especial, e então o código apropriado pode ser gerado. Um pré-processador especial, chamado pré-compilador DML, converte o comando da DML em chamada de procedimento normal na linguagem hospedeira. O programa resultante é então passado pelo compilador da linguagem hospedeira, o qual gera o código-objeto apropriado.

Existem tipos especiais de linguagens de programação que combinam estruturas de controle de linguagens tipo Pascal com estruturas de controle para a manipulação de um objeto de um banco de dados (por exemplo, as relações). Essas linguagens, algumas vezes chamadas de linguagens de

quarta geração, frequentemente incluem recursos especiais para facilitar a criação de formulários e a disposição de dados na tela. A grande maioria dos sistemas de bancos de dados comerciais inclui uma linguagem de quarta geração.

### **Usuários de Alto Nível**

Esses usuários interagem com o sistema sem escrever programas. Em vez disso, eles formulam suas consultas em uma linguagem de consulta (query) a banco de dados. Cada consulta é submetida a um processador de consulta, cuja função é gerar um comando da DML e dividi-lo em instruções que o gerenciador do banco de dados compreenda.

### **Usuários Especializados**

Alguns usuários padrões escrevem aplicativos especializados que não se ajustam a padrões tradicionais de processamento de dados. Entre esses aplicativos, estão os sistemas de projeto apoiado por computador (CAP), sistemas especialistas, sistemas que armazenam dados com tipos complexos (como, por exemplo, dados geográficos e dados de áudio) e sistemas de modelagem ambiental.

### **Usuários Ingênuos**

Esses usuários interagem com o sistema invocando um dos programas aplicativos permanentes que foram escritos anteriormente. Por exemplo, um contador do banco que precisa transferir \$50 da conta A para uma conta B invocaria um programa chamado transferência. Este programa perguntaria ao contador que quantidade de dinheiro está sendo transferida, a conta a partir da qual a transferência será feita e a conta para a qual o dinheiro deve ser transferido.

### **Estrutura Geral do Sistema**

Um sistema de banco de dados é dividido em módulos que tratam de cada uma das responsabilidades do sistema geral. Na maioria dos casos, o sistema operacional do computador fornece apenas os serviços mais básicos e o sistema de banco de dados precisa ser construído sobre essa base. Portanto, o projeto do sistema de banco de dados precisa incluir considerações sobre a interface entre o sistema de banco de dados e o sistema operacional.

Os componentes funcionais de um sistema de banco de dados incluem:

Gerenciador de Arquivos, que gerencia a alocação do espaço na armazenagem do disco e as estruturas de dados usadas para representar a informação armazenada no disco.

Gerenciador do Banco de Dados, que fornece a interface entre os dados de baixo nível armazenados no disco e os programas aplicativos e de consulta submetidos ao sistema.

Processador de Consultas, que traduz os comandos numa linguagem de consulta para instruções de baixo nível que o gerenciador do banco de dados pode interpretar. Além disso, o processador de consultas tenta transformar uma requisição do usuário em uma forma compatível e mais eficiente com respeito ao banco de dados, encontrando uma boa estratégia para a executar a consulta.

Pré-Compilador da DML, que converte comandos da DML embutidos em um aplicativo para chamadas de procedimento normal na linguagem hospedeira. O pré-compilador precisa interagir com o processador de consultas pra gerar o código apropriado.

Compilador da DDL, que converte comandos da DDL em um conjunto de tabelas contendo metadados ou "dados sobre dados".

Adicionalmente, diversas estruturas de dados são requeridas como parte da implementação do sistema físico, incluindo:

Arquivos de Dados, que armazenam o banco de dados propriamente dito.

Dicionário de dados, que armazena metadados sobre a estrutura do banco de dados. O dicionário de dados é usado com frequência. Assim, deve-se dar grande ênfase no desenvolvimento de um bom projeto e implementação eficiente do dicionário.

Índices, que fornecem acesso rápido aos itens de dados guardando determinados valores.

Diagrama simplificado da arquitetura do sistema de banco de dados

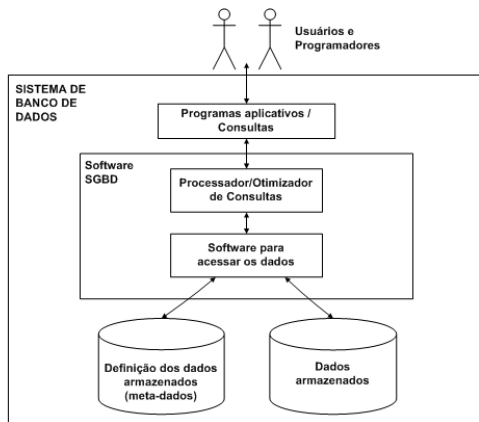
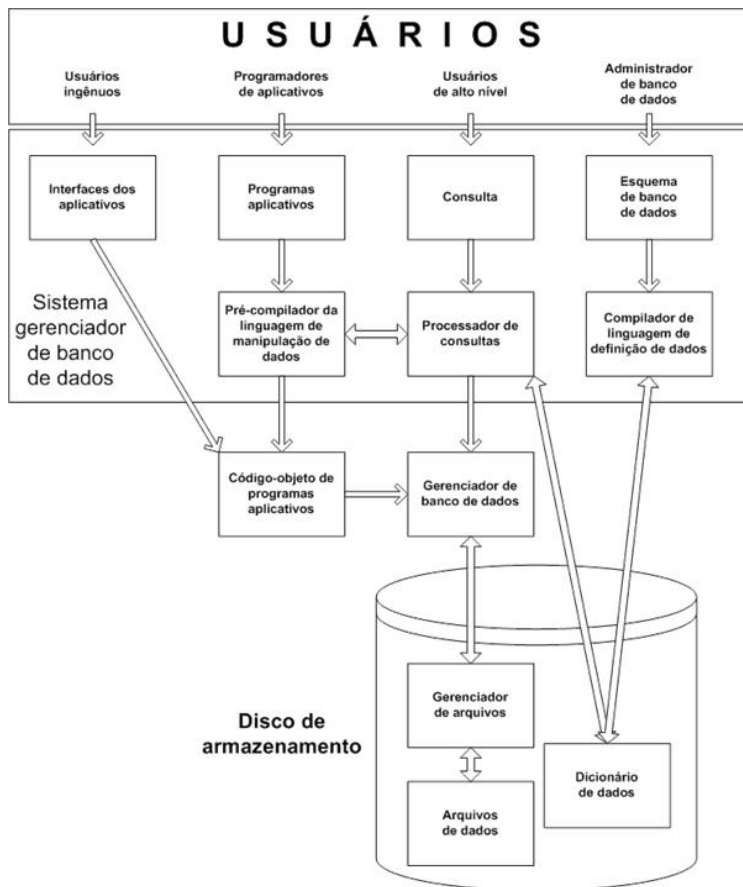


Diagrama expandido da arquitetura do sistema de banco de dados




---

---

---

---

---

---

---

---