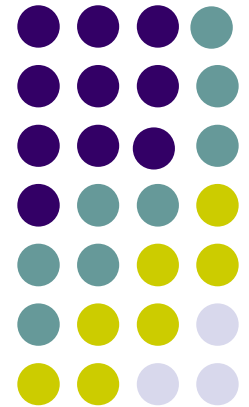


# Bases de Datos Distribuídas

Pablo Vieira Florentino

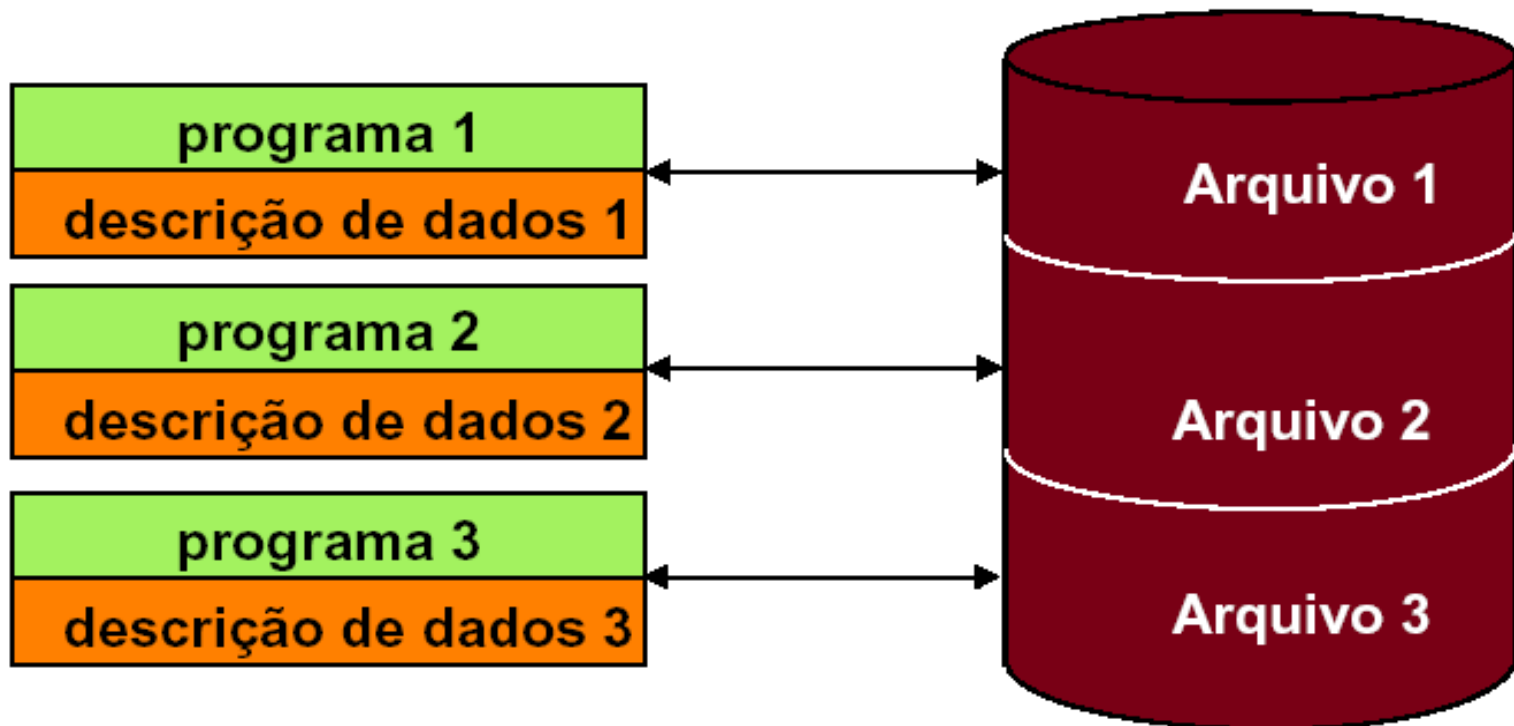


# Agenda

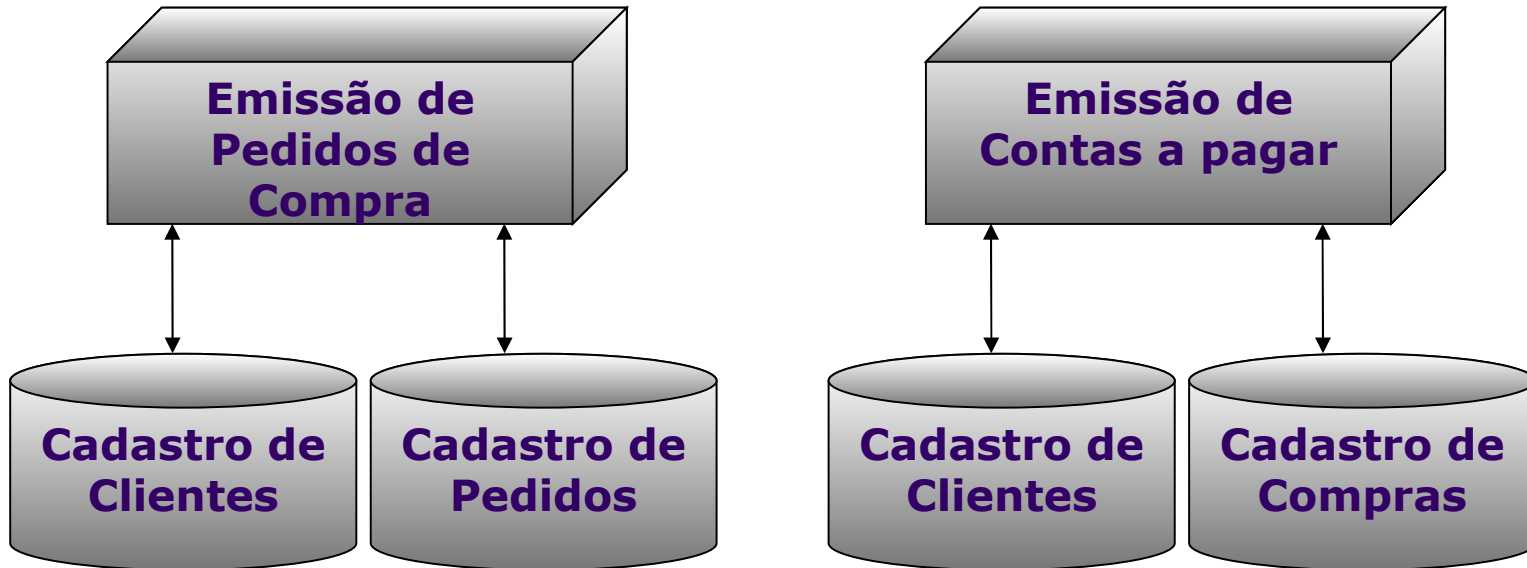


- Contexto
- Arquitetura de SGBDs Distribuído
- Projeto de Bases de dados Distribuídas
- Processamento Distribuído de consultas
- Questões atuais

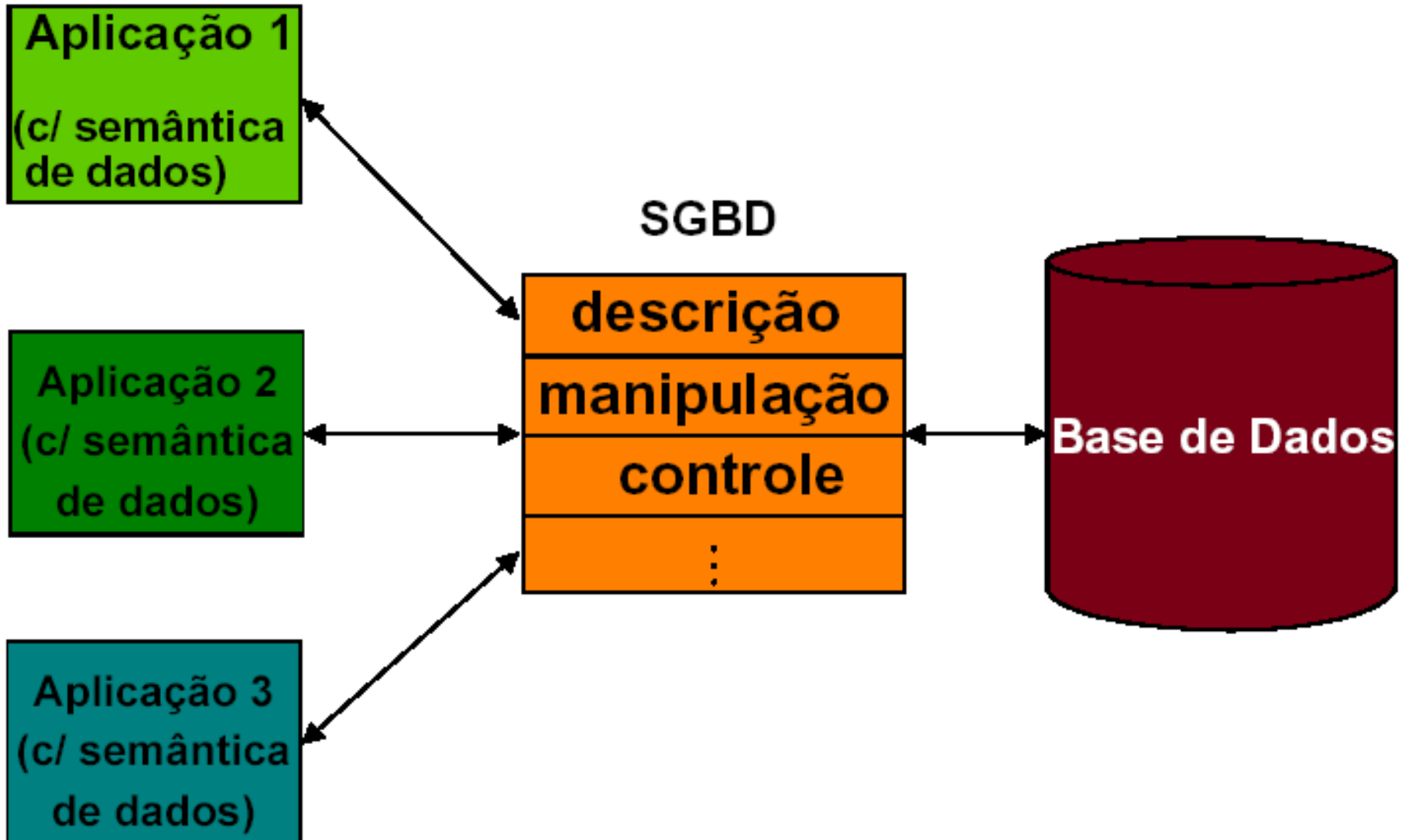
# Sistema Tradicional de Arquivos



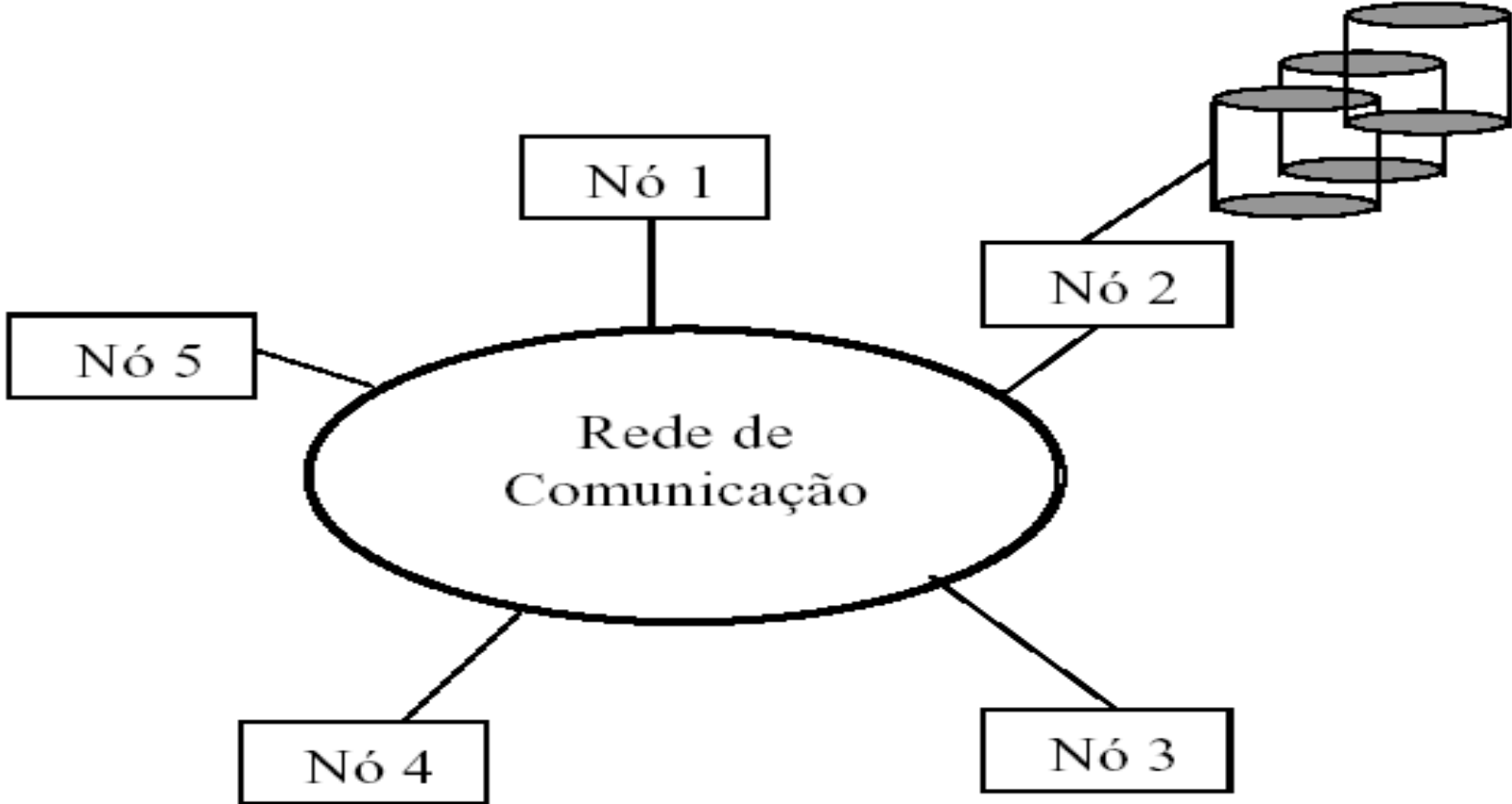
# Sistema Tradicional de Arquivos



# Sistemas baseados em SGBDs



# SGBD centralizado sobre uma rede



# Elementos Relevantes em uma rede



- Nós - processadores que podem
  - variar em tamanho e função
  - incluir microcomputadores, estações de trabalho, minicomputadores e sistemas de computadores de uso em geral
  - Estes processadores são geralmente chamados de nós, dependendo do contexto no qual eles estejam mencionados. Usa-se principalmente o termo nó (lugar, posição), a fim de enfatizar a distribuição física destes sistemas.

# Computação Distribuída



- Um conceito a procura de uma definição e um nome?

OU

- Elementos autônomos de processamento (não necessariamente homogêneos) que são interconectados por uma rede de computadores e cooperam para realizar as suas respectivas tarefas?



# Motivação



Banco de Dados

Redes de Computadores

**Integração**

**Distribuição**

Banco de Dados Distribuídos

**Integração**

**Integração  $\neq$  Centralização**

- **Objetivo - aumentar o desempenho através de:**
  - Diminuição do volume de dados acessados desnecessariamente
  - Aumento da “localidade” e transparência de acesso de dados

# Contexto



- **Aplicações com grandes volumes de dados manipulados por sítios geograficamente distribuídos**
  - **Necessidade de fragmentação dos dados**
  - Bancos, Grandes redes comerciais, IBGE, NASA
- **Diminuição de custos para montagem de novos sítios**
  - **Possibilidade de mais sítios para alocação dos fragmentos**
- **Exemplos de aplicações:**
  - **Internet/Intranet (*Web Based Applications*)**
  - **Aplicações Colaborativas (CSCW)**
  - **Grids (STOCKINGER, 2001 )**

# Caracterização de um Sistema de Banco de Dados Distribuído



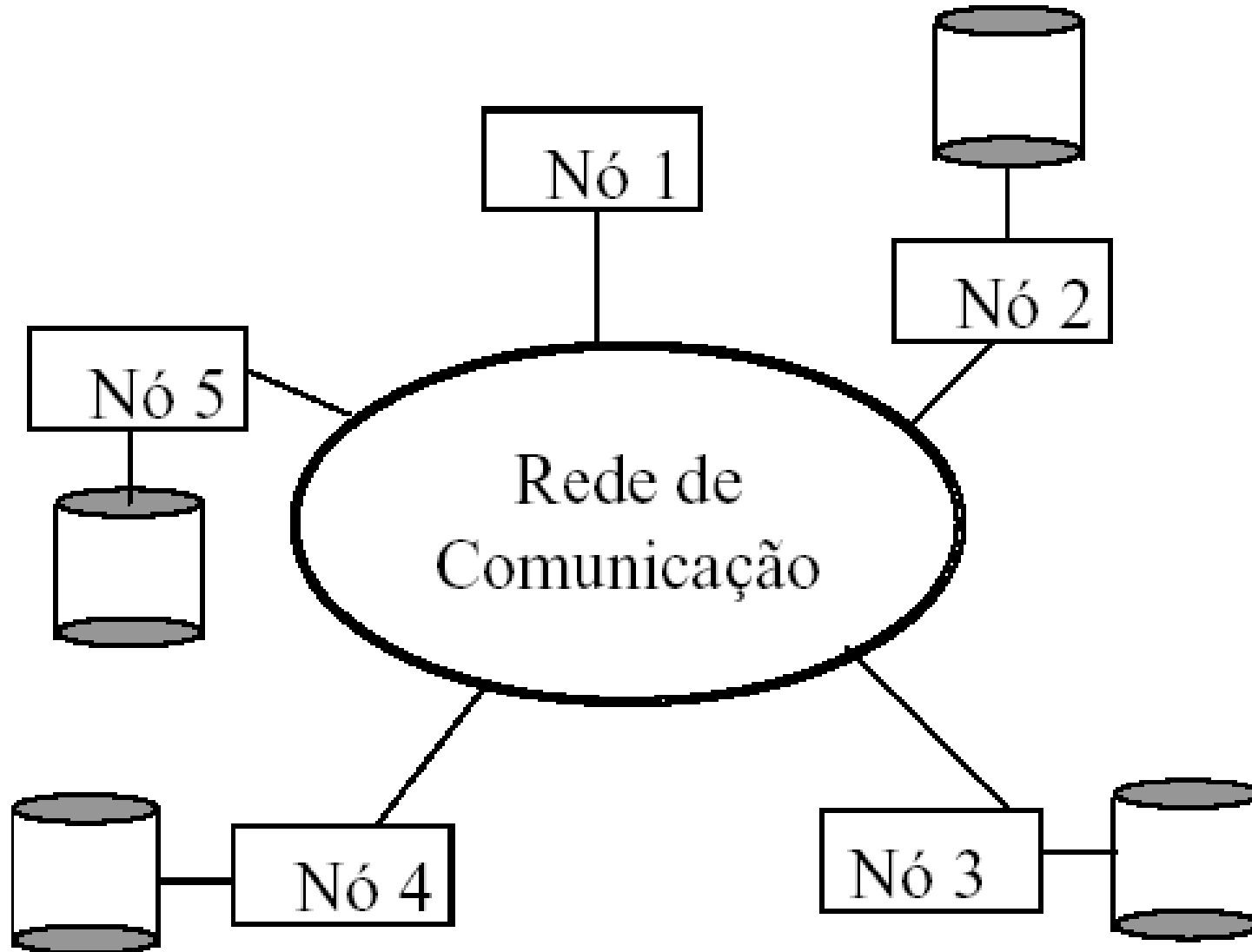
- **Base de Dados Distribuída**
  - É uma coleção de diversas bases de dados, interligadas logicamente através de uma rede de computadores
- **Sistema de Bases de Dados Distribuídas**
  - É o sistema de software que possibilita a gerência da base de dados distribuída e torna a distribuição transparente para o usuário
- **Sistema de Banco de Dados Distribuídos – SBDD**
  - É a combinação das bases com o sistema

# Principais Características de um SBDD



- **Dados armazenados em diferentes locais (ou nós)**
- **Processadores dos nós interconectados através de rede(s) de computadores**
- **A base de dados distribuída é realmente uma base de dados e não uma coleção de arquivos**
- **O sistema possui toda a funcionalidade de um SGBD**
- **A tecnologia atual → multiprocessadores e cliente/servidor**

# Ambiente de Bases de Dados Distribuídas



# Visão prática de um SBDD



- Um Sistema de Banco de Dados Distribuído (SBDD) consiste em uma coleção de nós, cada qual podendo participar na execução de transações que acessam dados em um ou mais nós.
- Em um SBDD, os dados são armazenado em diversos computadores (nós). Os computadores, em um sistema distribuído, comunicam-se uns com os outros por intermédio de redes de transmissão. Eles não compartilham a memória principal e o relógio.

# Visão prática de um SBDD



- Em um SBDD, pode-se definir um nó de computação como um computador (mini, micro, etc.) localizado numa área de organização com certas facilidades de processamento. Em cada um dos nós o software do SGBDD consiste minimamente de:
  - Sistema operacional em cada nó
  - Gerenciador de comunicação para programas remotos
  - SGBD para gerenciamento local do banco de dados

Com as seguintes características:

- sítios disponíveis entre si
- Compartilhamento de um esquema global comum
- Cada site tem transações locais e globais
- Disco próprio
- Memória própria

# Visão prática de um SBDD



Uma solicitação para operar um item de  
dados não-local poderá fazer com que:

- esses dados sejam deslocados para o nó local, para processamento local
- o processamento deve ocorrer no nó remoto e os resultados movimentados para o local
- Para que isto seja possível, as informações de localização devem ser mantidas pelo próprio sistema como parte de seu catálogo, e todas as solicitações de dados, por usuários, devem ser interpretadas pelo sistema de acordo com estas informações contidas no catálogo.



# Arquiteturas de Sistemas Bancos de Dados Distribuídos



- **Autonomia**
  - Grau de autonomia com que cada SGBD individual trabalha em relação às aplicações e aos outros SGBDs.
  - Envolve uma série de fatores e pode classificar os SGBDs em diferentes níveis: altamente integrado, semi-autônomo, autonomia total
- **Distribuição**
  - Diz respeito à distribuição física dos dados pelos nós, que pode ser total, parcial ou nenhuma
- **Heterogeneidade**
  - Do hardware, comunicação ou SGBDs heterogêneos

# Vantagens de SBDDs



- **Transparência na Gerência dos Dados Distribuídos e Replicados**
  - transparência da rede
  - transparência da replicação
  - transparência da fragmentação

Desta forma, os usuários do banco de dados enxergam uma única imagem da base de dados logicamente integrada, embora ela esteja fisicamente distribuída.

# Vantagens de SBDDs



- **Maior Confiabilidade**

Maior confiabilidade por trabalharem com componentes replicados, eliminando assim pontos únicos de falha

- **Aumento de Desempenho**

- Localização dos Dados (*data locality*)

O compartilhamento de recursos não é tão crítico e a localização reduz a demora pelo acesso remoto aos dados

- Paralelismo no Processamento de Consultas

- Otimização do acesso aos dados

# Vantagens de SBDDs



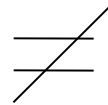
- **Facilidade de Expansão**
  - A adaptação ao crescimento da base de dados é mais simples.
- **Outros exemplos de aplicações:**
  - SIG & Multimídia
    - Informações Textuais X Imagens, Vídeos, Música, etc.
  - DatawareHouse



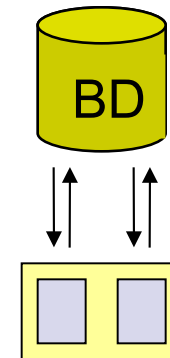
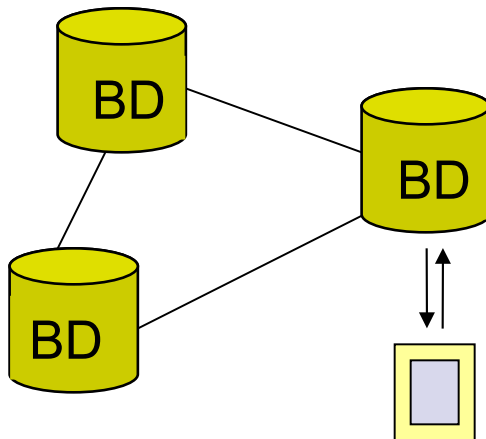
# Distribuição vs Paralelismo

- **Necessário diferenciar um SGBDD de um sistema de gerenciamento de banco de dados paralelos (SGBDP)**

**SGBDD**



**SGBDP**



# Projeto de Bases de Dados Distribuídas



- **Projeto Ascendente**
  - Envolve a integração de bases existentes
- **Projeto Descendente** ⇐
  - Distribuição das entidades globais sobre os nós do sistema distribuído
  - Realizado em duas fases:
    - **Fragmentação**
    - **Alocação**



# Projeto Descendente de BDDs

- **Fragmentação**
  - **Fragmentação Horizontal (Seleção -  $\sigma$ )**
    - **Primária (FHP)**
    - **Derivada (FHD)**
  - **Fragmentação Vertical (FV) (Projeção -  $\pi$ )**
  - **Fragmentação Híbrida**

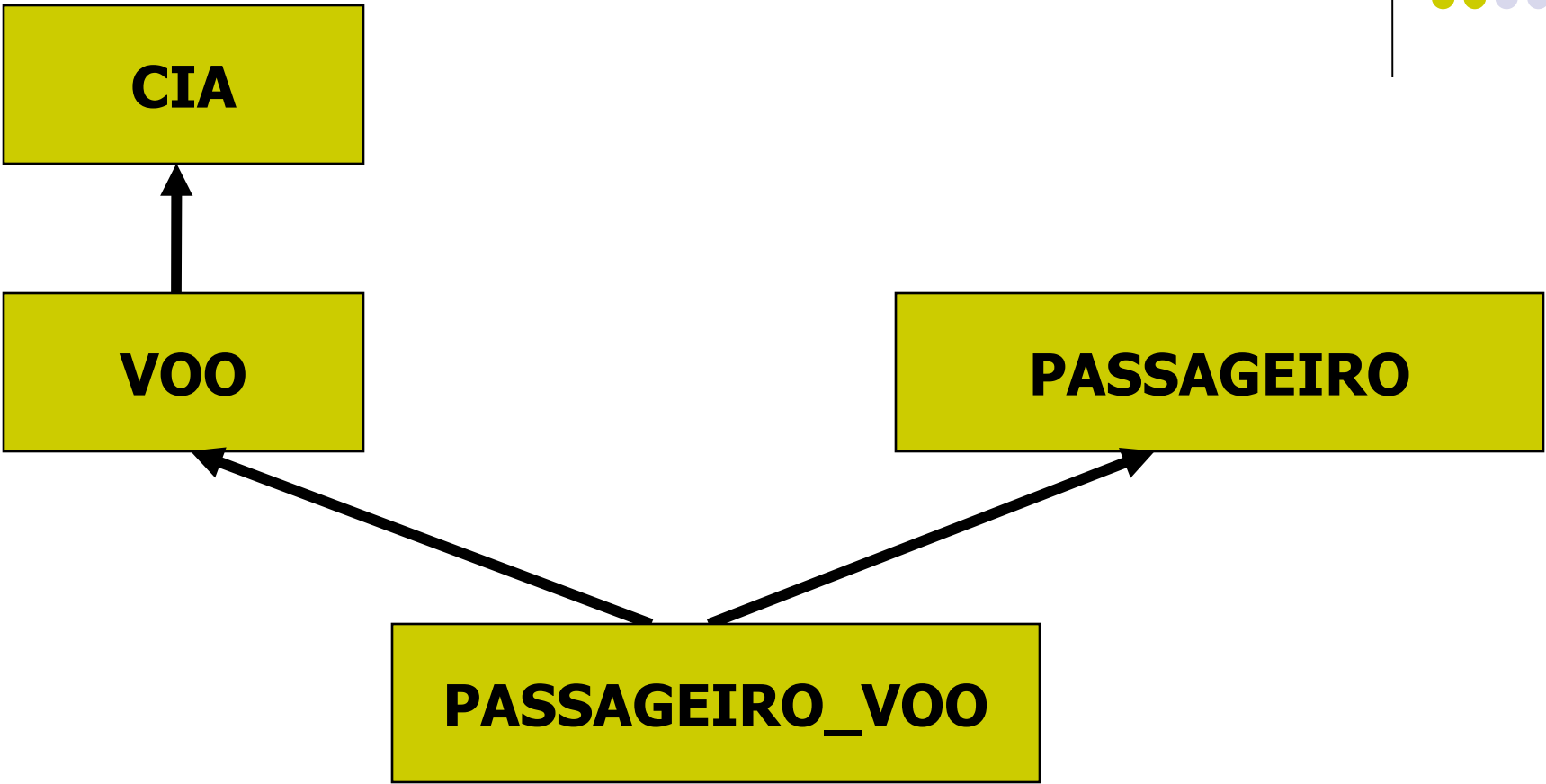
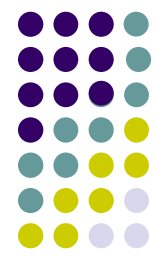
# O que considerar ?



- **Informações de acesso**
  - **Frequência dos acessos**
  - **Tipos de acessos**
- **Informações da base de dados**
  - **Relacionamentos**
  - **Cardinalidade**
  - **Tipo dos campos**
  - **Tamanho dos campos**



# Base de Dados Relacional a ser fragmentada



## Cia

Codigo	Nome	Faturamento	Presid.	Sede
BRA71	BRA	500 00K	Aribostono	Ter. da França
Varig51	Varig	200 00K	Juvenal	Porto Alegre
AirFr55	Air France	100 00K	Etoile	Biarritz

## Passageiro

Codigo	NOME	DATANASC	TELEFONE
P1	Helder	31/8/1978	322-9999
P2	Antonio	18/12/1985	222-3353
P3	Jabes	3/7/1969	222-3733
P4	Amorim	17/1/1966	7222-3333
P5	Arthur	23/5/1983	9878-7434
P6	Chico	28/2/1977	7778-7434

## Voo

Codigo	Tarifa	Assentos	Cia
AirFrance147	1000	250	AirFr55
AirFrance132	455	160	AirFr55
Varig224	500	150	Varig51
BRA666	150	250	BRA71

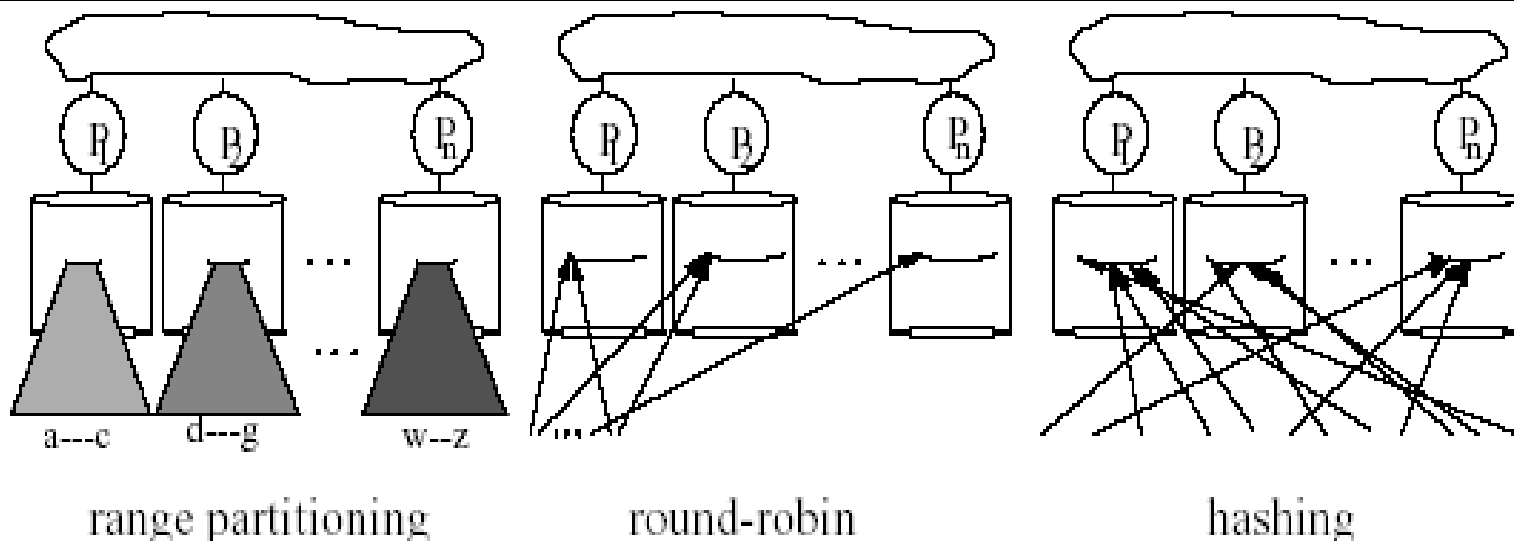
## Passageiro\_Voo

Cod_Pas	Cod_Voo
P1	Varig224
P4	BRA666
P6	BRA666
P3	AirFrance132

# 1. Fragmentação Horizontal Primária



- Corte horizontal nas coleções, criando subconjuntos dos registros (tuplas) da coleção original
- Principais Técnicas
  - Faixa de Valores (range partitioning)
  - Circular (round-robin)
  - Função Hash



# 1. Fragmentação Horizontal Derivada



- **Fragmentação de uma coleção não é baseada nas propriedades dos seus próprios atributos mas em função da frag. horizontal primária de outra coleção.**
- **Usada para facilitar as operações de junção e navegação entre fragmentos**
- **A tabela de Voo pode ser fragmentada de modo derivado em relação à tabela de Cia (Cia. Aérea )**



# 1. Fragmentação Horizontal Derivada

- Definição nos relacionamentos de “Owner-Member”

Ex.: “Owner” = Cia – FH Primária

“Member” = Voo – FH Derivada

Cia

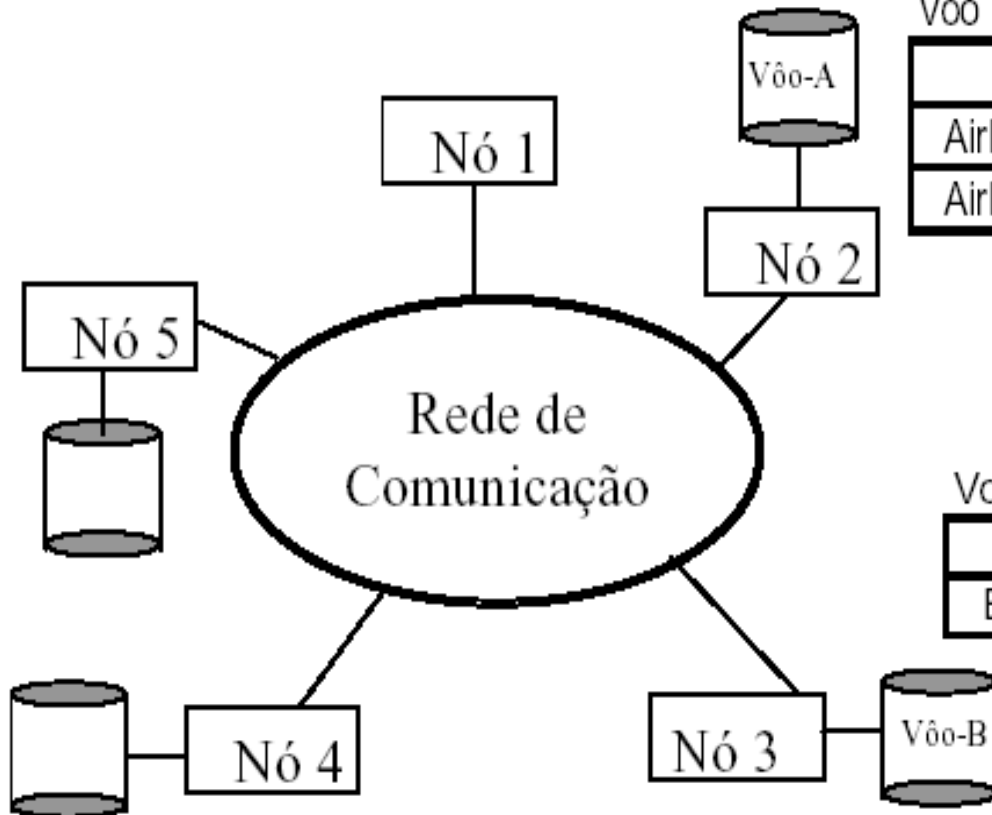
Codigo	Nome	Faturamento	Presid.	Sede
AirFr55	Air France	10000K	Etoile	Biarritz

Voo

Codigo	Tarifa	Assentos	Cia
AirFrance147	1000	250	AirFr55
AirFrance132	455	160	AirFr55



# 1. Fragmentação Horizontal



Voo A

Codigo	Tarifa	Assentos	Cia
AirFrance147	1000	250	AirFr55
AirFrance132	455	160	AirFr55

Voo B

Codigo	Tarifa	Assentos	Cia
BRA666	150	250	BRA71

Voo C

Codigo	Tarifa	Assentos	Cia
Varig224	500	150	Varig51

## 2. Fragmentação Vertical



- **Corte vertical nas coleções, criando subconjuntos de atributos da coleção original**
- **Chave da relação presente em todos os fragmentos**
- **Afinidade dos atributos**
- **DW IBGE**

# 2. Fragmentação Vertical



Cia-A

Codigo	Presid.	Sede
BRA71	Aribostono	Ter. da França
Varig51	Juvenal	Porto Alegre
AirFr55	Etoile	Biarritz

Cia-B

Codigo	Nome	Faturamento
BRA71	BRA	50000K
Varig51	Varig	20000K
AirFr55	Air France	10000K

Passageiro-A

Codigo	NOME	TELEFONE
P1	Helder	322-9999
P2	Antonio	222-3353
P3	Jabes	222-3733
P4	Amorim	7222-3333
P5	Arthur	9878-7434
P6	Chico	7778-7434

Passageiro-B

Codigo	DATANASC
P1	31/08/78
P2	18/12/85
P3	03/07/69
P4	17/01/66
P5	23/05/83
P6	28/02/77

Voo-A

Codigo	Assentos	Cia
AirFrance147	250	AirFr55
AirFrance132	160	AirFr55
Varig224	150	Varig51
BRA666	250	BRA71

Voo-B

Codigo	Tarifa
AirFrance147	1000
AirFrance132	455
Varig224	500
BRA666	150



# 3. Fragmentação Híbrida



- **Aplicação de ambas as técnicas sobre uma coleção da base de dados**

# Projeto Descendente de BDDs



- **Alocação**

- Cada fragmento pode ser:
  - replicado
  - Único
- **Custo Mínimo x Melhor Desempenho**
- **Fatores Influenciadores:**
  - Custo de Processamento
  - Quantidade de acessos
  - Tipos de acessos
  - Custo de transmissão
  - Custo de armazenamento

# Processamento Distribuído de Consultas



- **Traduz automaticamente uma consulta expressa em linguagem de alto nível sobre uma base distribuída que é vista como única pelo usuário**
  - A tradução deve ser correta.
  - O plano gerado deve ser ótimo
- **O processamento trabalha em quatro fases:**
  - a decomposição da consulta
  - a localização dos dados
  - a otimização global
  - a otimização local

# Processamento Distribuído de Consultas



- Transforma uma consulta algébrica em uma consulta equivalente sobre uma base fragmentada.
- É analisado o predicado da consulta (conjunto de condições impostas pela consulta)
- É avaliada a geração de fragmentos vazios
- A consulta pode ser reduzida

# Processamento Distribuído de Consultas



```
SELECT CODIGO, TARIFA FROM VOO  
WHERE CIA="AIRFR55"
```

- Transforma a consulta em consulta equivalente sobre a base fragmentada:

```
SELECT CODIGO, TARIFA FROM VOO -A  
WHERE CIA = "AIRFR55"
```

**UNION**

```
SELECT CODIGO, TARIFA FROM VOO -B  
WHERE CIA = "AIRFR55"
```

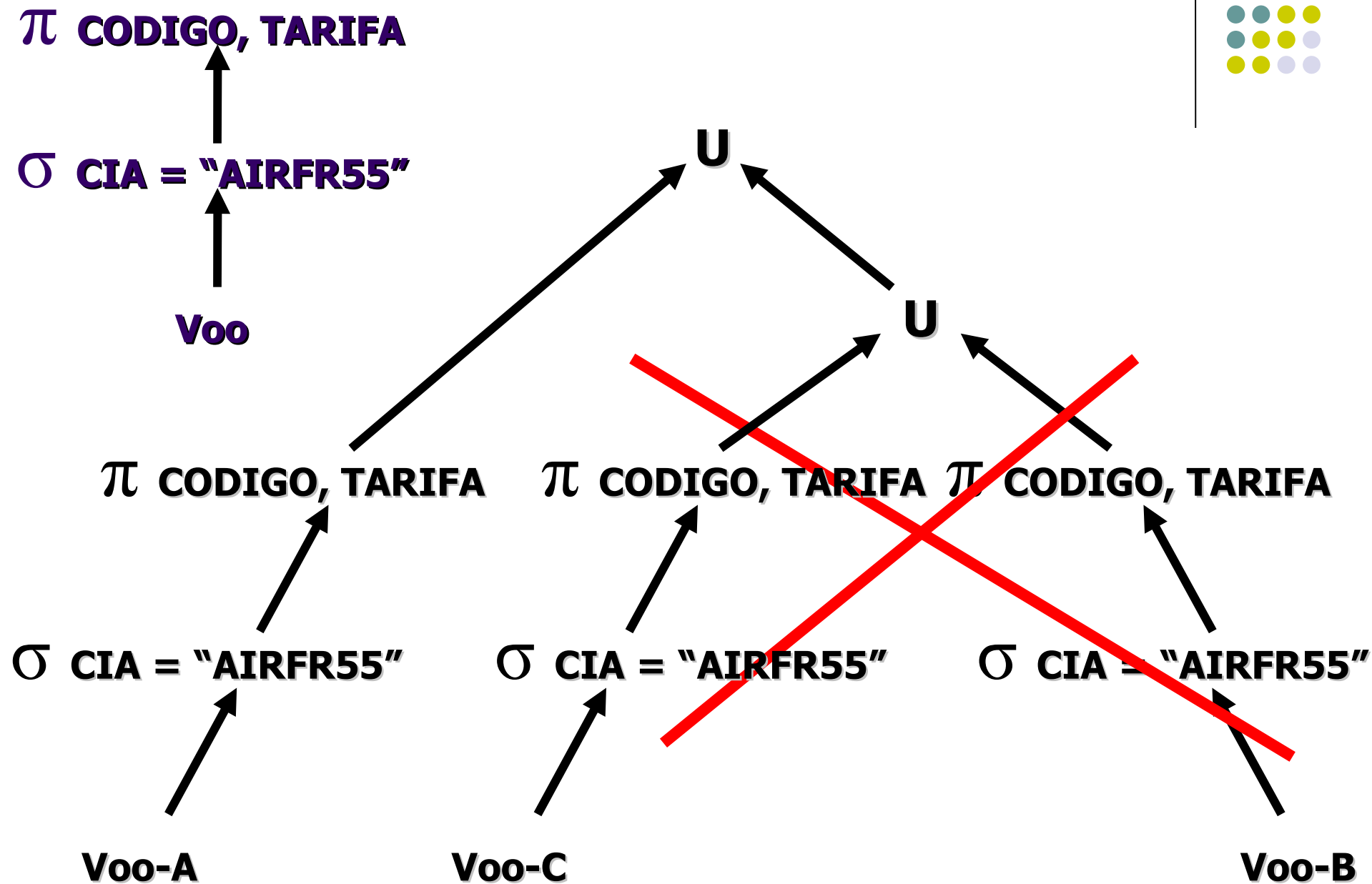
**UNION**

```
SELECT CODIGO, TARIFA FROM VOO -C  
WHERE CIA = "AIRFR55"
```

- São confrontados o predicado da consulta e a fragmentação existente
- É avaliada a geração de fragmentos vazios
- A consulta pode então ser reduzida:

```
SELECT CODIGO, TARIFA FROM VOO -A  
WHERE CIA = "AIRFR55"
```

# Processamento Distribuído de Consultas



# Controle de Concorrência Distribuído



- **Procura buscar um equilíbrio adequado entre a manutenção da consistência e o alto nível de concorrência.**
- **Problemas :**
  - **Gerência de cópias múltiplas.**
  - **Falhas locais em nós.**
  - **Falha nas ligações de comunicação.**
  - **Finalização ('commit') distribuída.**

# Problemas em aberto



- **Processamento Distribuído de Consultas**
  - N° de soluções pode ser muito grande
  - Avaliação custo otimização X custo execução
  - Mudanças na distribuição dos dados (desbalanceamento)
- **Problemas no Crescimento da Rede**
  - Modelos ainda simplificados, estudos sem grande detalhamento
- **Processamento Distribuído de Transações**
  - Dificuldade de manutenção da consistência das réplicas
- **Integração com Sist. Operacionais Distribuídos**
  - SGBD e SBDD não são simples aplicações



# O que está disponível hoje no mercado?



- Oracle 9i
  - Fragmentação horizontal primária de tabelas e índices
    - Hash e faixa de valores
  - Transparência na manipulação dos dados
  - **Real Application Cluster**
- SQL Server 2000
  - Fragmentação horizontal primária
  - Redução de fragmentos ainda limitada
- IBM Informix Dynamic Server
  - Fragmentação horizontal primária
  - **IBM Informix Extended Parallel Server**
- **PostGresql**
  - grids

# Questões atuais



- **SGBDs OO e OR**
  - Indicação das técnicas de fragmentação mais apropriadas com novas heurísticas
- **Gerência de dados na Web**
  - Interoperabilidade - XML
  - Mudanças de tecnologia: Arquiteturas multi-camadas, serviços web, desenvolvimento baseado em componentes distribuídos
  - Novas aplicações inerentemente distribuídas
- **DataGrids**
  - VecPar

# Bibliografia resumida



- Özsu, M.T. Valduriez, P. "Principles of Distributed Database Systems", 3a edição, Prentice Hall
- Elmasri, R. Navathe, S. "Fundamentals of Database Systems", 3a edição, Pearson
- Ceri, S. Pelagatti, G. "Distributed Database Systems - Principles and Systems", McGraw Hill
- Baião, F., Mattoso, M., Zaverucha, G., "A Distribution Design Methodology for Object DBMS", *International Journal of Distributed and Parallel Databases*, Kluwer Academic Publishers 16, 2004, pp. 1-46
- **Perguntas ???**