

# **Gestão, Governança e Arquitetura de Dados PUCPR**

**Marcelo Rosano Dallagassa**

# Apresentação

## **Marcelo Rosano Dallagassa**

Engenheiro UFPR e atua na área de TI desde 1986.

Mestre e Doutor em Tecnologia em Saúde com ênfase em Sistema de Apoio à Tomada de Decisão - PUCPR.

Especialista em estratégia, projetos e informações e responsável técnico pela área do Núcleo de Inteligência e Informações em Saúde da Unimed Paraná (desde 2002) e pelo projeto governança de dados.

Professor Pós-graduação - PUCPR, FAE, FESP - disciplinas: Banco de Dados, Data Warehouse, Business Intelligence, Business Analytics, Gestão, Governança e Arquitetura de Dados, Aprendizagem de Máquina.

# Gestão, Governança e Arquitetura de Dados

A disciplina problematiza as questões fundamentais e os conceitos associados à gestão de dados no contexto organizacional. Nela, o participante analisa a arquitetura de dados envolvida bem como a aplicação de modelos para diagnóstico da governança. Ao final, será capaz de solucionar desafios e analisar as etapas para a implantação de processos orientados a dados.

# Estrutura da Disciplina

- Os desafios do uso da informação na gestão.
- Dados, Informações e Conhecimento - Modelo Conceitual
- Diferença entre Business Intelligence e Analytics.
- Data Warehouse, Data Mart, Data Lake e Big Data.
- Data Management Body of Knowledge (DMBOK)
- Exercício: Case da empresa Ortomagic
  - Sugestão de análise do grau de maturidade.
  - Propostas de melhoria.
  - Caminhos a seguir para atingir melhor nível de maturidade.
  - Política da Qualidade de Dados.

# Desafios do uso de dados e informação na gestão



Volume



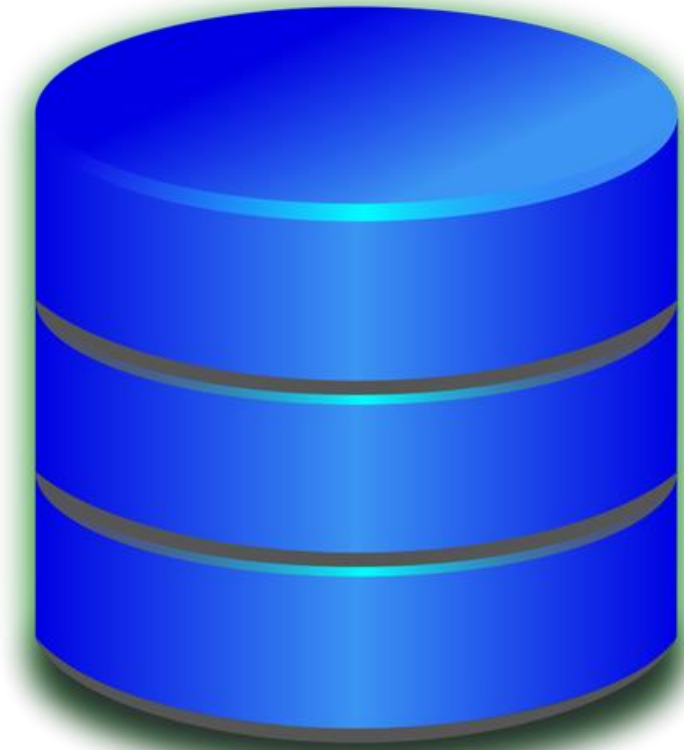
Assimetria de  
informações  
(dispersão)



- Variedade de formatos
- Questões de privacidade
- Falta de qualidade
- Ausência de informações

# Sistema de Banco de Dados

- a) Aplicações tradicionais (OLTP)
- b) Banco de dados multimídia
- c) Sistemas de informações geográficas
- d) Data Warehouse (OLAP)
- e) Data Lake (não estruturado)
- f) Data Lakehouse, entre outras aplicações ....



# Sistema de Banco de Dados

## Banco de Dados

“É uma coleção de dados relacionadas”



## Dados

“São fatos que podem ser gravados e que possuem um significado implícito”

# Dado x Informação x Conhecimento

## Dado

Fato sem significado próprio, isolado de um contexto

Exemplo:

8%

H1AC

136 mg/dl

Glicemia em jejum



# Dado x Informação x Conhecimento

## Informação:

Fato interpretado e associado a um significado

Exemplo:

Resultados do exame

H1AC = 8%

Glicemia de jejum = 136

## Dado x Informação x Conhecimento

Concedido 4 mg po qd

Regras 4R Day PDpd.

A= 100 g Am  $\frac{250}{\text{min}}$  g Am

## Dado x Informação x Conhecimento

Avandia 4 mg po qd

avandia 4 mg

Tequin 400 mg PO qd

tequin 400 mg

Az 10U qAM & 8U qPM

Insulin 10 U qAM & 8U qPM

## Dado x Informação x **Conhecimento**

### **Conhecimento:**

Maturação do fato: informações agregadas em um contexto mais amplo.

**Exemplo:** Resultados do exame solicitado:

H1AC = 8% e Glicemia de jejum = 136 mg/dL Então -> forte indicativo ao diabetes

### **Referências Sociedade Brasileira do Diabetes (SBD, 2007):**

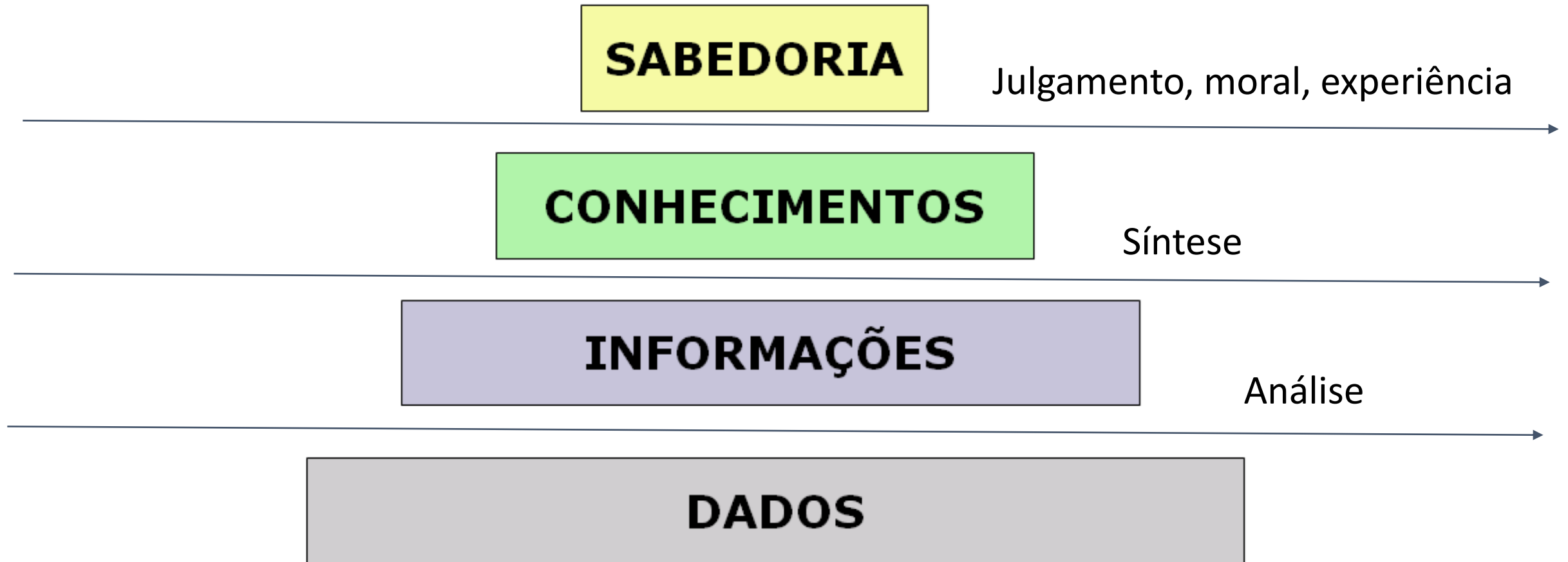
Glicemia de jejum entre 70 a 99mg/dL -> normal

Glicemia de jejum entre 100 a 126 mg/dL ou superior -> diabético

Hemoglobina glicosilada (H1AC) < 7% -> normal

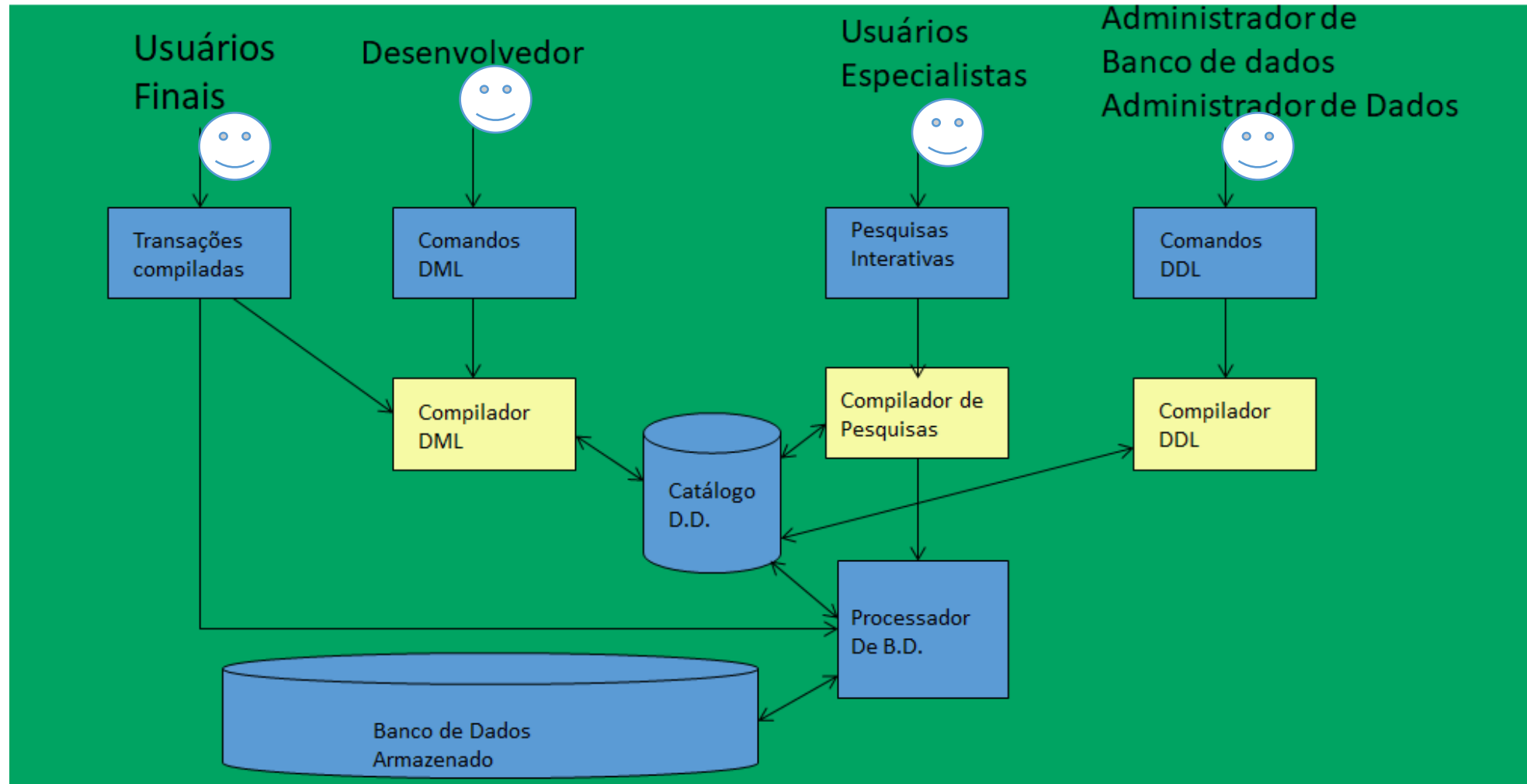
Hemoglobina glicosilada (H1AC) >= 7% -> diabético

# Dado x Informação x Conhecimento



Fonte: Síntese da informação - adaptado de TUTHIL (1990)

# Estrutura e atores - S.G.B.D.



**Figura 1** - Módulos componentes de um SGBD, adaptado de KORT; SILBERSCHATZ (2016)

# Sistema de Banco de Dados

Os Papas.



Edgard Codd



Peter Chen



Chris. J. Date



Avi Silberschatz



Hank Korth



S. Sudarshan



"Bill" Inmon



Ralph Kimball



Graeme Simsion



Graham Witt

# Modelagem Conceitual x Lógica e Física

## **Modelagem Conceitual ou Modelo Corporativo de Dados(MCD):**

Independente do SGBD, preocupação voltada ao negócio

**“Representa a visão que seus usuários têm dos dados”**

## **Modelagem Lógica:**

Depende diretamente do tipo do SGBD (Hierárquico, Rede, Relacional, OO)

**“Representa a visão que os programas têm dos dados”**

## **Modelagem Física:**

Dependência total do SGBD e deve ser criado de acordo com as suas características técnicas.

**“Representa a visão que o SGBD têm dos dados”**



# Modelagem Conceitual

## Modelagem Entidade Relacionamento (ER)

Entity-Relationship model (ER model) - Peter Chen (1976)

<http://bit.csc.lsu.edu/~chen/pdf/erd-5-pages.pdf>



### Entidade:

É um objeto ou um evento (real ou conceitual) com uma identificação distinta e com significado próprio

### Relacionamento:

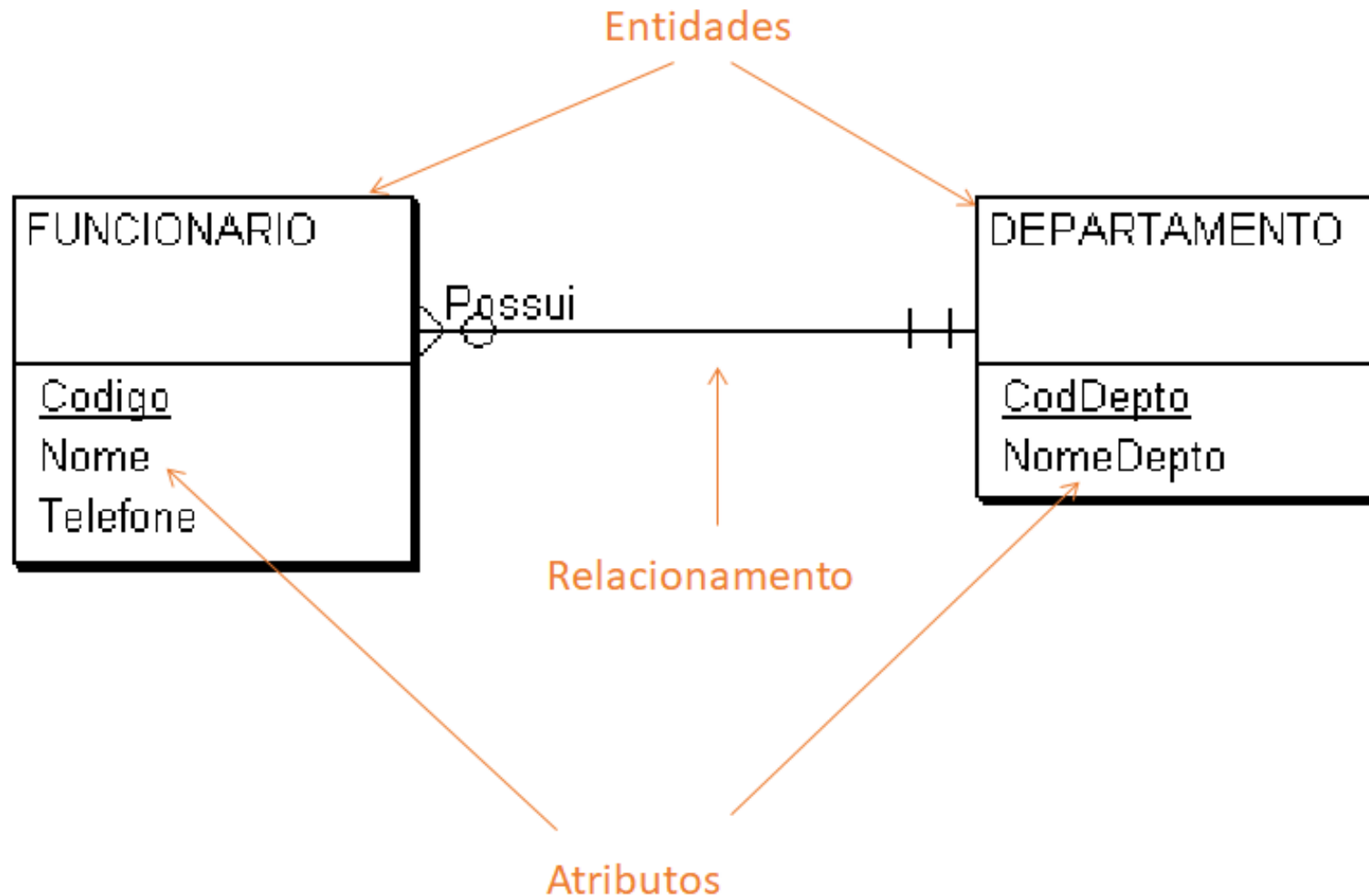
É uma associação significativa entre entidades

### Atributos:

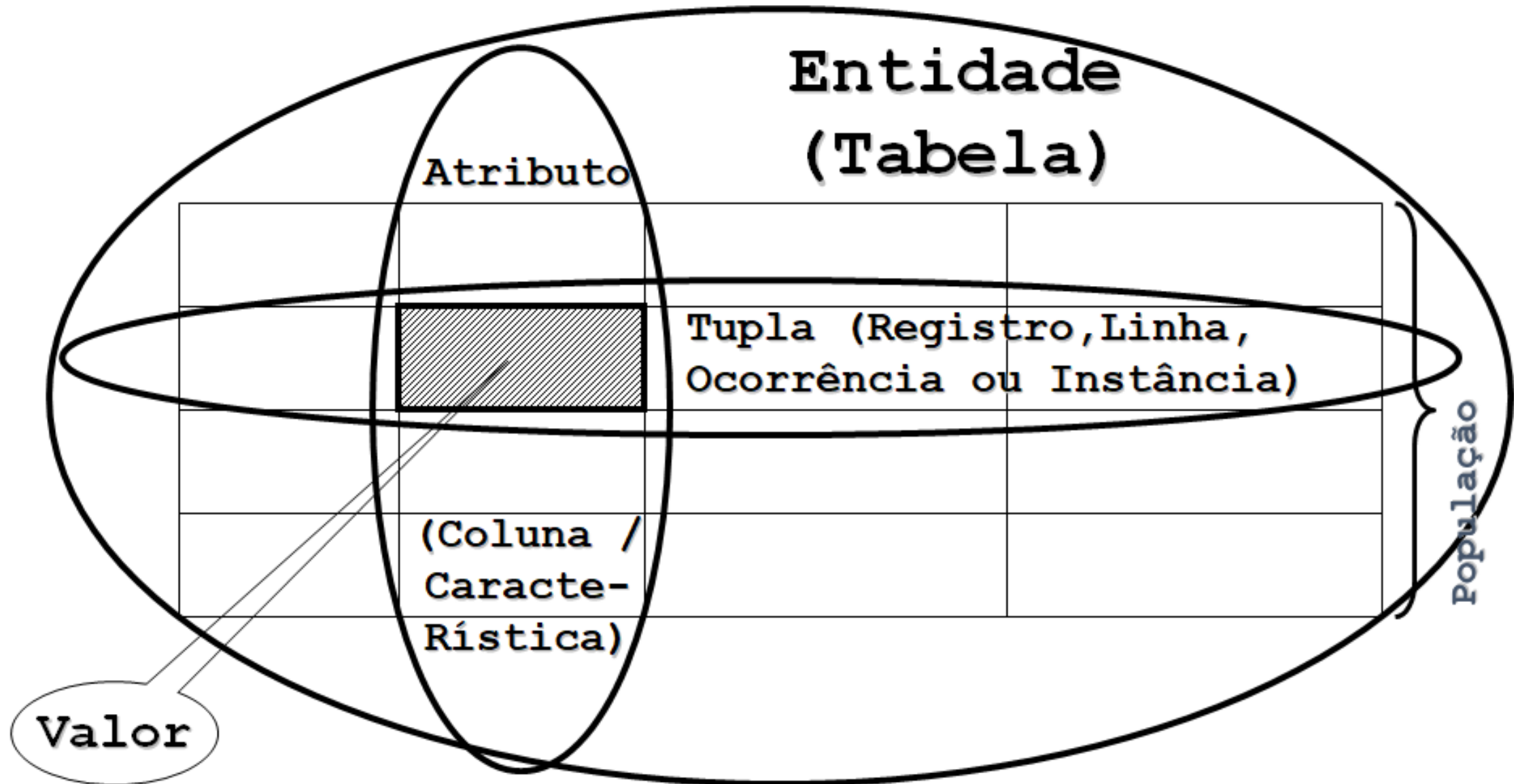
São propriedades (características) das entidades e relacionamentos

# Modelagem Conceitual - MCD (Modelo Corporativo de Dados)

## Modelagem Entidade Relacionamento (ER)



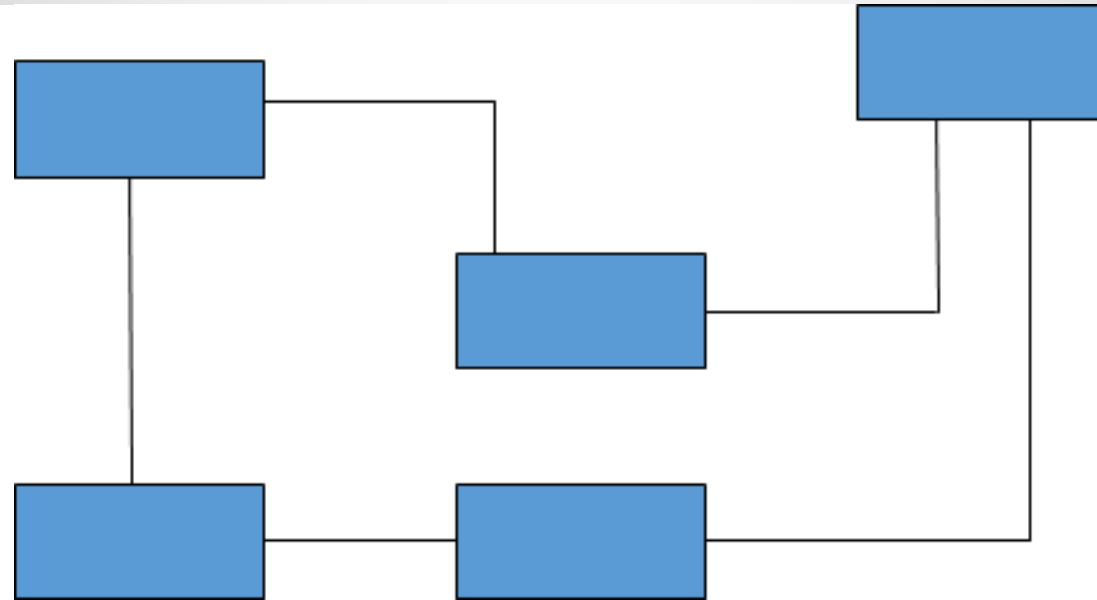
# Modelagem Conceitual



# Modelagem OLTP

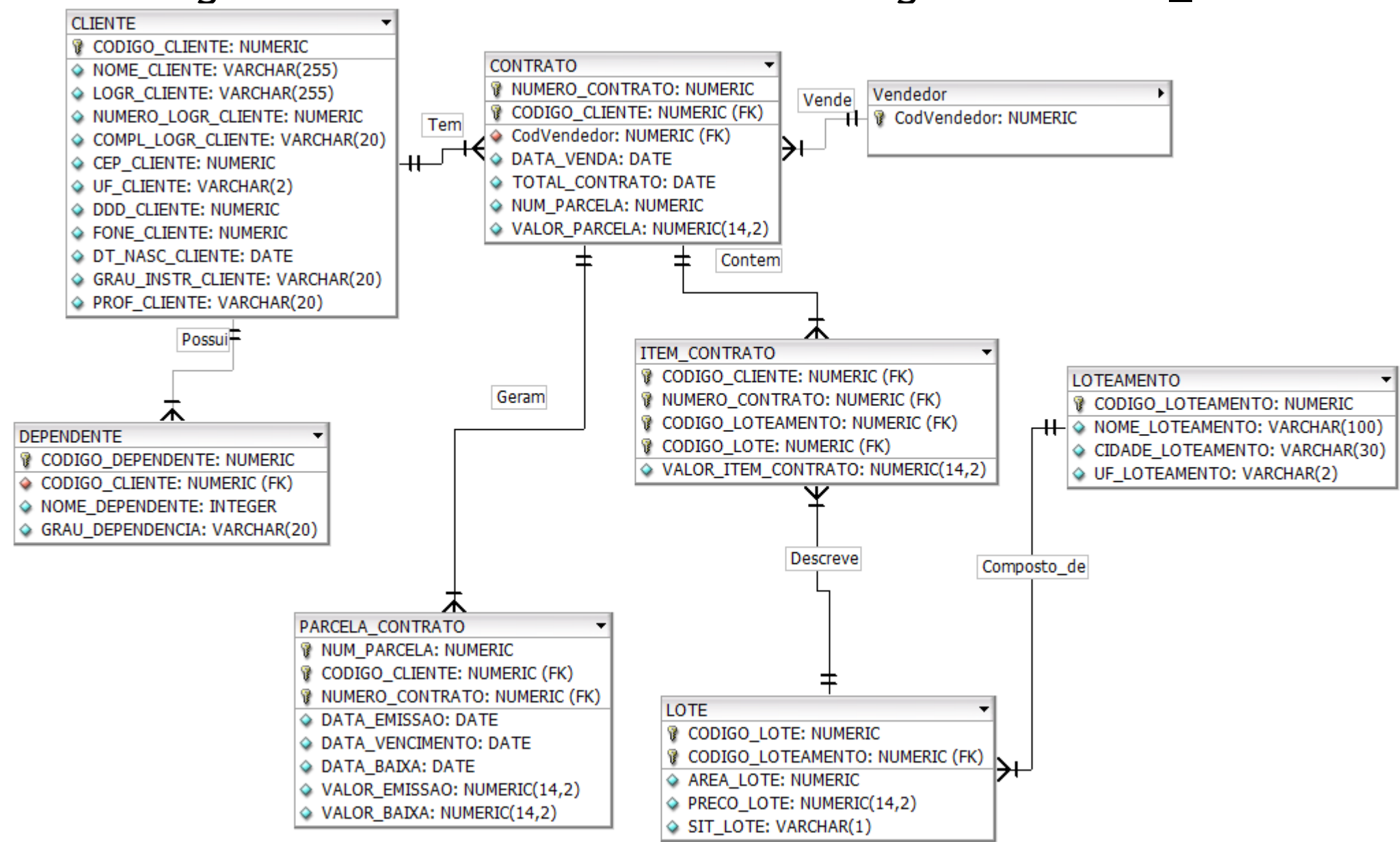
## Modelos Transacionais - Online Transaction Processing (OLTP)

Tabelas relacionais com um amplo “range” de relacionamentos  
Relacionamentos que definem cardinalidade, opcionalidade, migração de chaves  
(regras de negócios)  
Altamente normalizado



# Modelo ER (Conceitual) - Transaccional - Empresa Vendas de Loteamento.

Atividade 1: Carregue o modelo na ferramenta dbdesigner - modelo\_lote.xml



# Business Intelligence

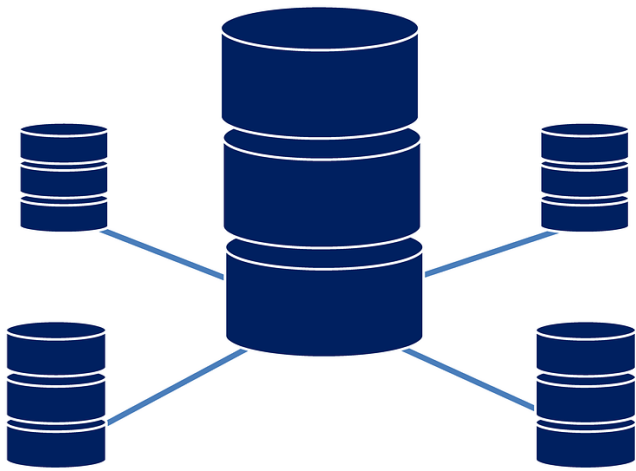
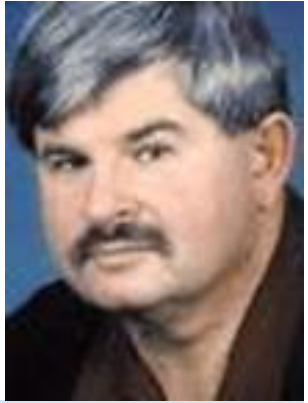
Ferramentas utilizadas no auxílio ao processo de gestão e tomada de decisões estratégicas.

Permite responder questões como:

- Quem são os meus 20 maiores clientes?
- Como foram minhas vendas neste mês em relação ao mês passado?
- Quais são os 5 melhores produtos, baseados no resultado?
- Que doenças acometem mais a minha população?



# Data Warehouse



“Data Warehouse é uma coleção de dados integrados, orientados por assuntos, não-volátil e variáveis em relação ao tempo, utilizadas para o apoio às decisões gerenciais”. Inmon (1997)

# O Projeto Data Warehouse

## Objetivos / finalidades do Data Warehouse

1. Extrair dados de várias fontes;
2. Integrar dados em um repositório comum;
3. Padronizar as informações (dados em formatos compreensíveis);
4. Oportunizar ferramentas de consultas para a extração de informações;
5. Não interferir nos processos diários (sistemas transacionais).

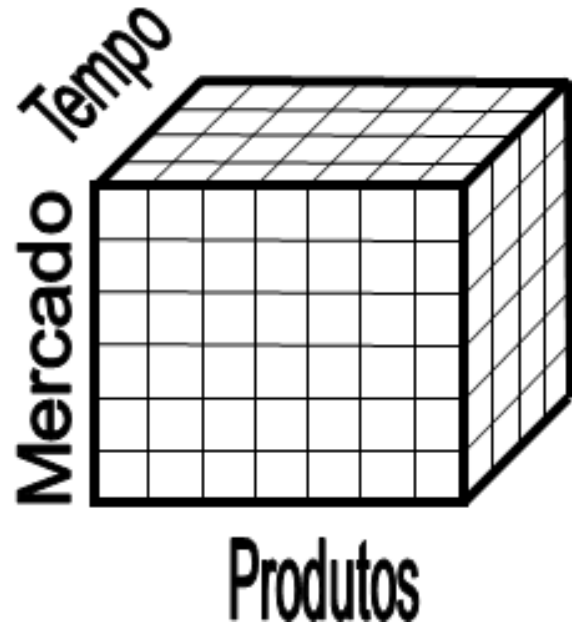


# O Projeto Data Warehouse

## Exemplos de Tarefas (Entregas) de um projeto Data Warehouse

1. Levantamento de Informações (Sistemas, Necessidade)
2. Segurança da Informação (Planejamento e Cuidados)
3. Validação do Grau de Atendimento do Modelo;
4. Desenvolvimento dos Modelos e Processo de Carga de Dados (ETL);
5. Validação e automação do Processo de Carga de Dados;
6. Desenvolvimento da Estrutura da Camada de Pesquisas;
7. Construção de Painéis de Bordo (Dashboards);
8. Treinamento;
9. Entrega.

# Data Mart



“Data Marts são subconjuntos de dados da organização armazenados fisicamente em mais de um local, geralmente divididos por assuntos (departamentais)” Kinball (1996)

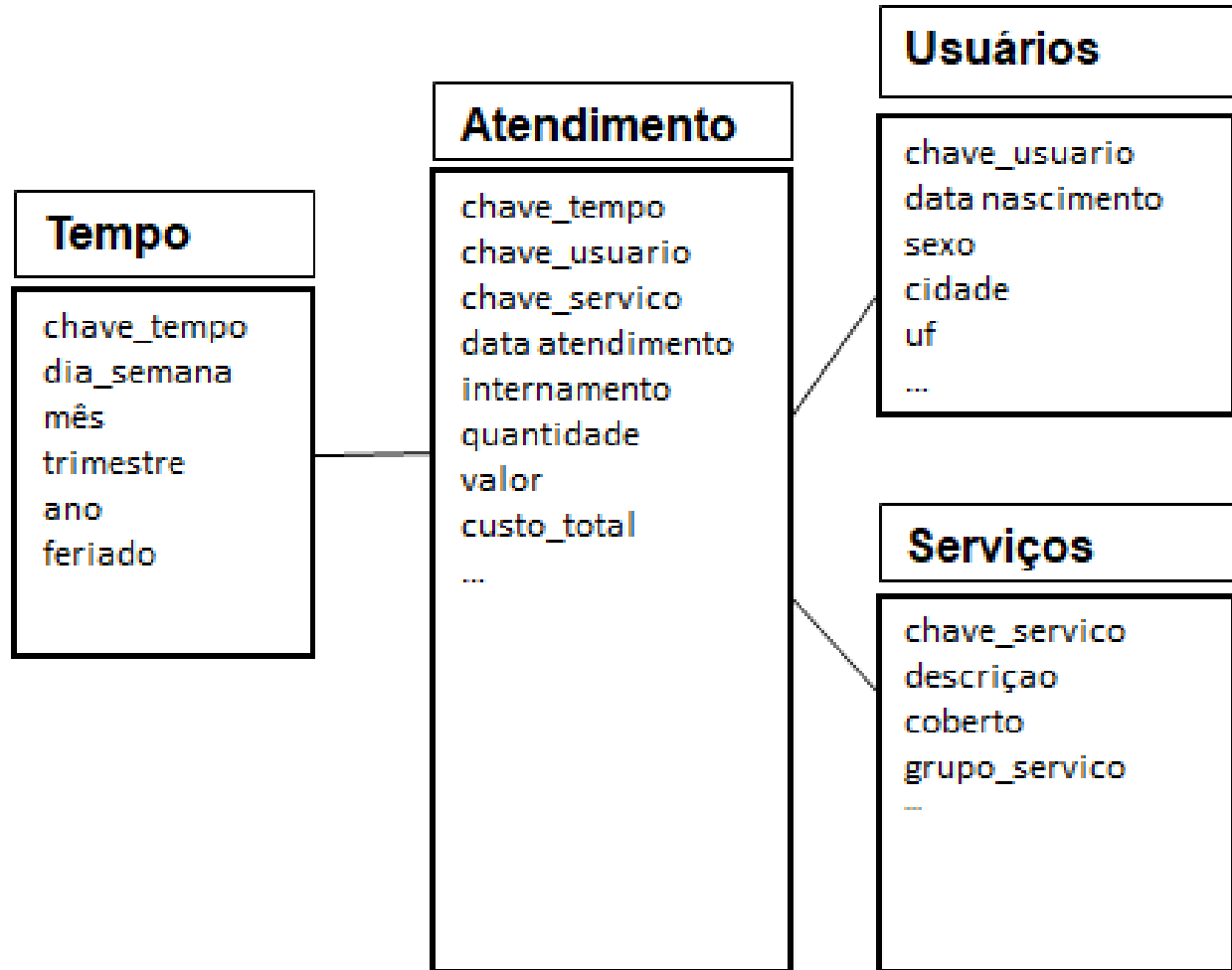
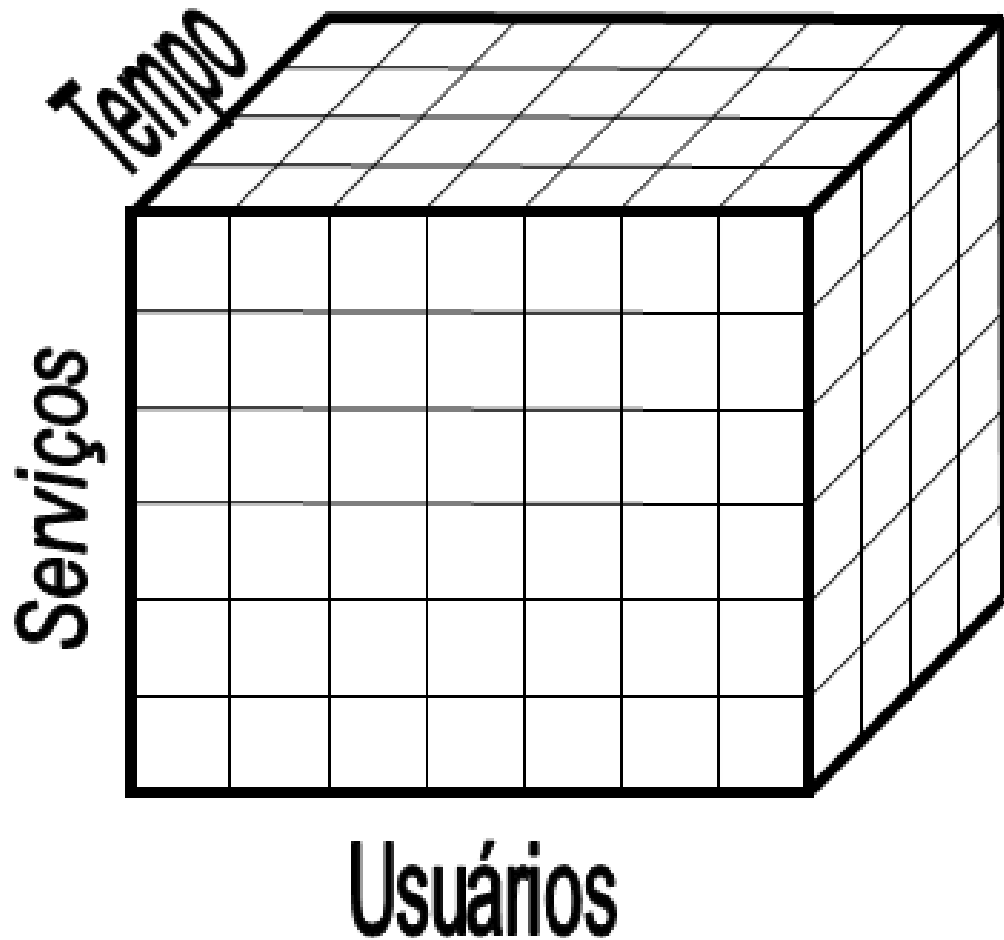
## Data Mart

Os Data Marts diferenciam-se dos DWs pelos seguintes fatores:

- Os dados são personalizados e atendem às necessidades específicas de um departamento;
- Possuem um volume menor de dados e com isto, um histórico mais limitado
- Geralmente não mantêm os dados no mesmo nível de detalhe que no Data Warehouse

Kinball (1996)

# Data Mart - Atendimentos em Saúde



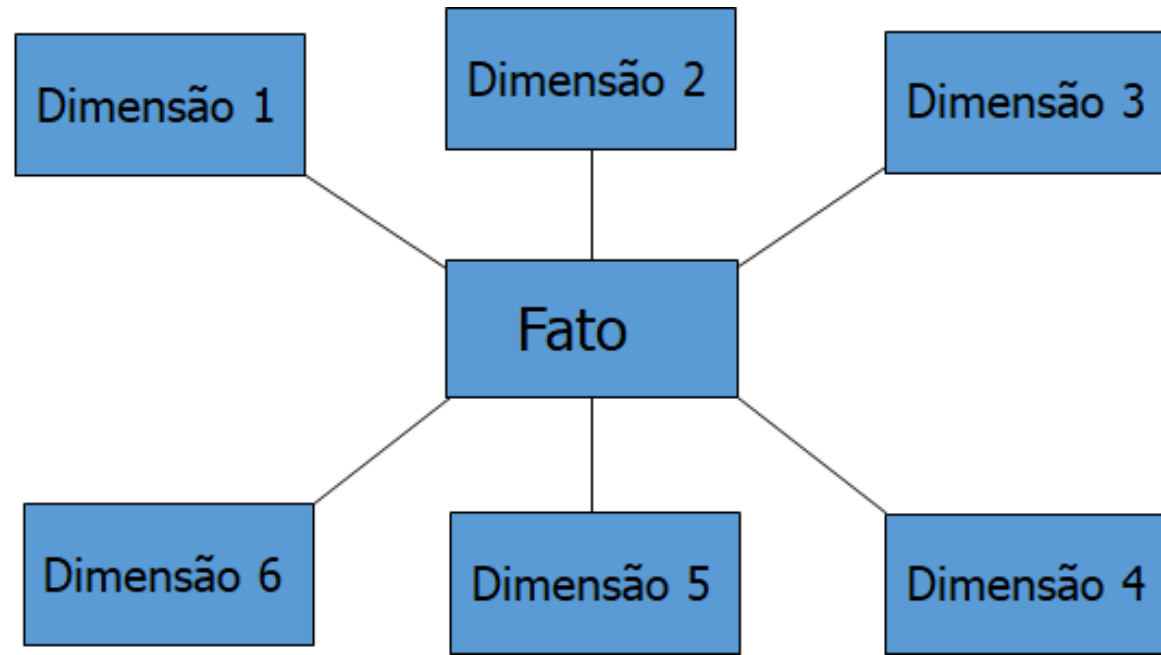
# Modelagem OLAP

## Modelos Multidimensionais - Online Analytical Processing (OLAP)

Tabelas fato, dimensões e seus relacionamentos

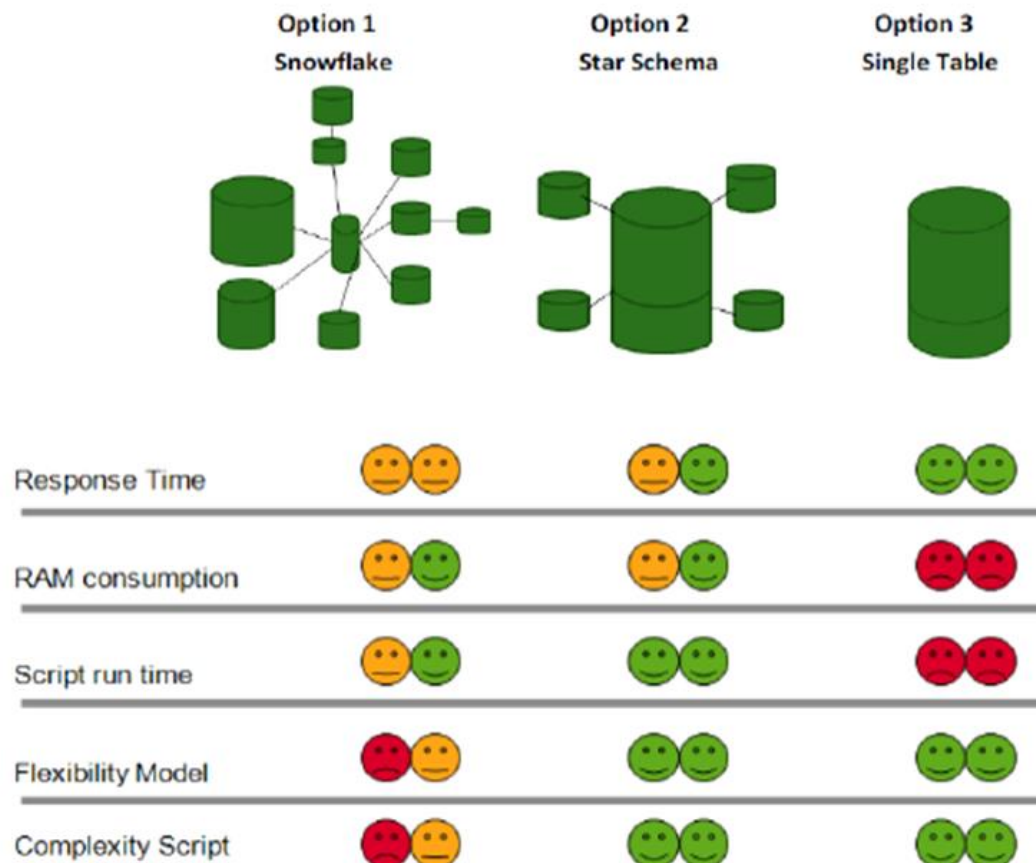
Relacionamentos que definem os fatores pelos quais a tabela fato pode ser analisada

Altamente denormalizado



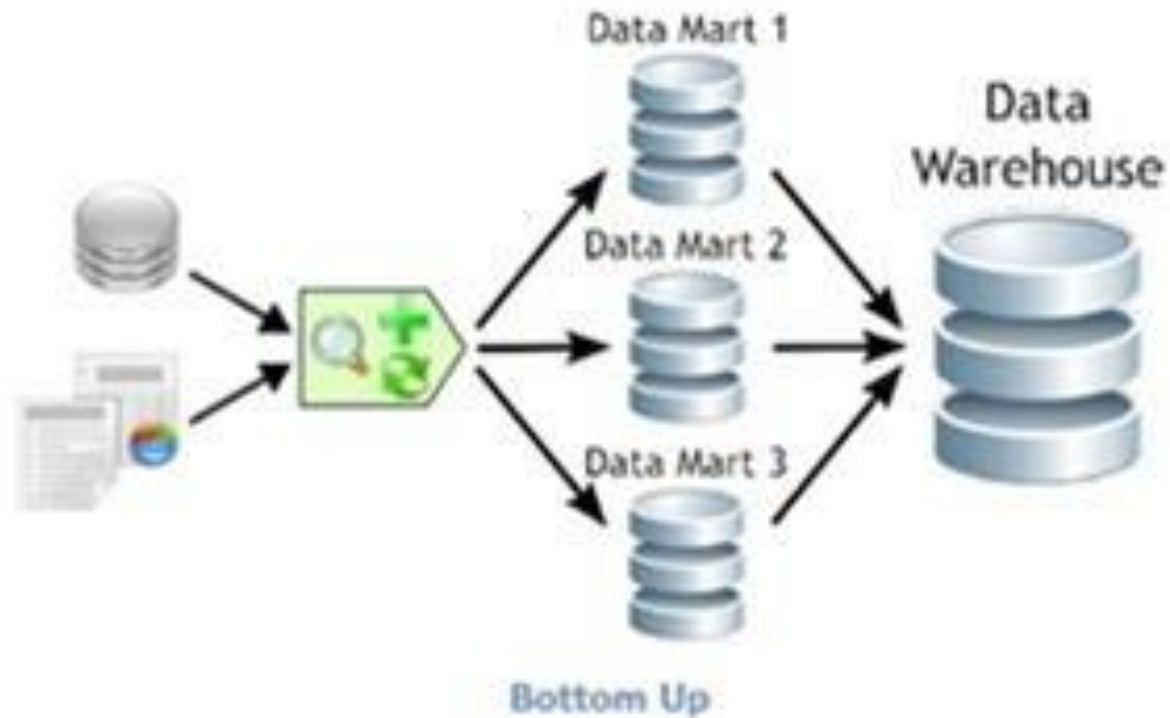
# Modelagem OLAP

## Comparação Estruturas - Online Analytical Processing (OLAP)



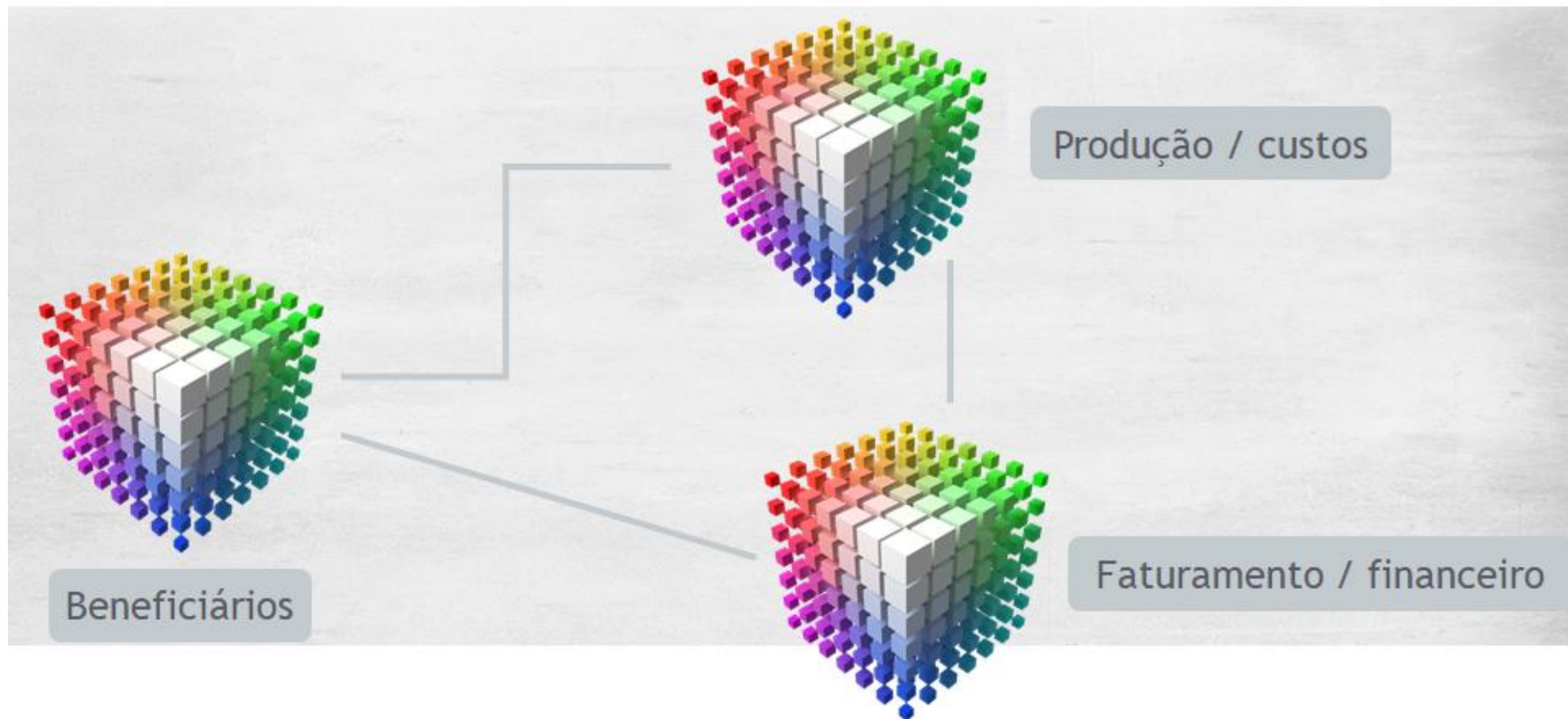
# Arquiteturas - Projetos DW

## Estruturas Bottom UP x Top Down



# Arquiteturas - Projetos DW

## Exemplos de modelos - Data Warehouse





**Atividade 2** - Desenvolva o modelo multidimensional dwlote na ferramenta dbdesigner

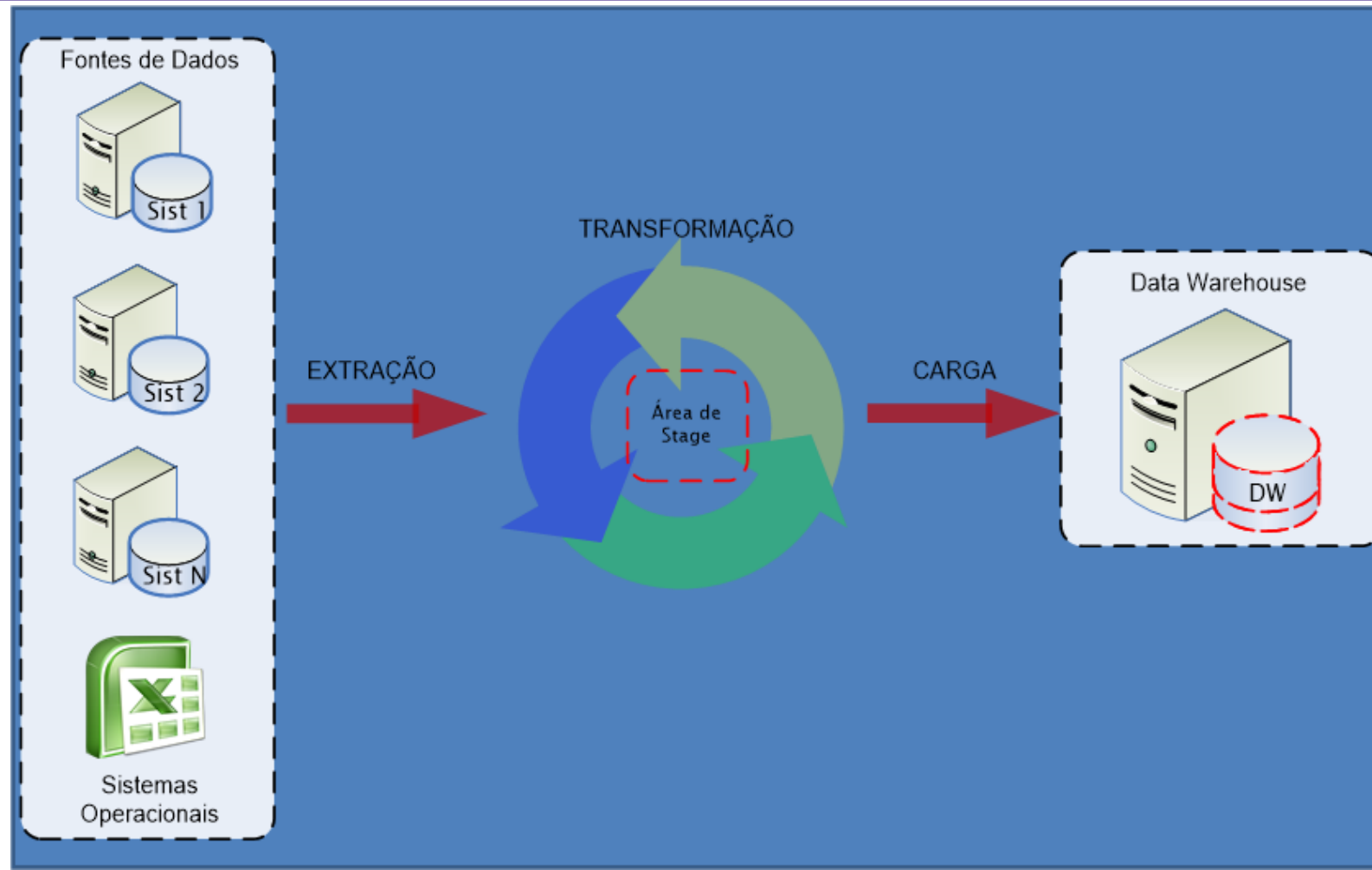
# Transacional x Analítico

## OLTP x OLAP

Características	Transacional (OLTP)	DW (OLAP)
Objetivo	Transações diárias	Análise do negócio
Utilização	Operacional	Informacional
Operações	Inclusão, alteração, exclusão	Carga e consulta
Histórico	Restrito	Grandes períodos
Granulometria	Detalhado	Detalhado e resumido
Redundância	Reduzida	Diversas
Estrutura	Estática	Variável
Manutenção	Mínima	Constante
Número de Índices	Reduzidos	Muitos
Tipo de usuários	Operacionais	Comunidade Gerencial

# Arquitetura Tradicional do DW

## Processo de ETL (Extração, Transformação e Carga de Dados)

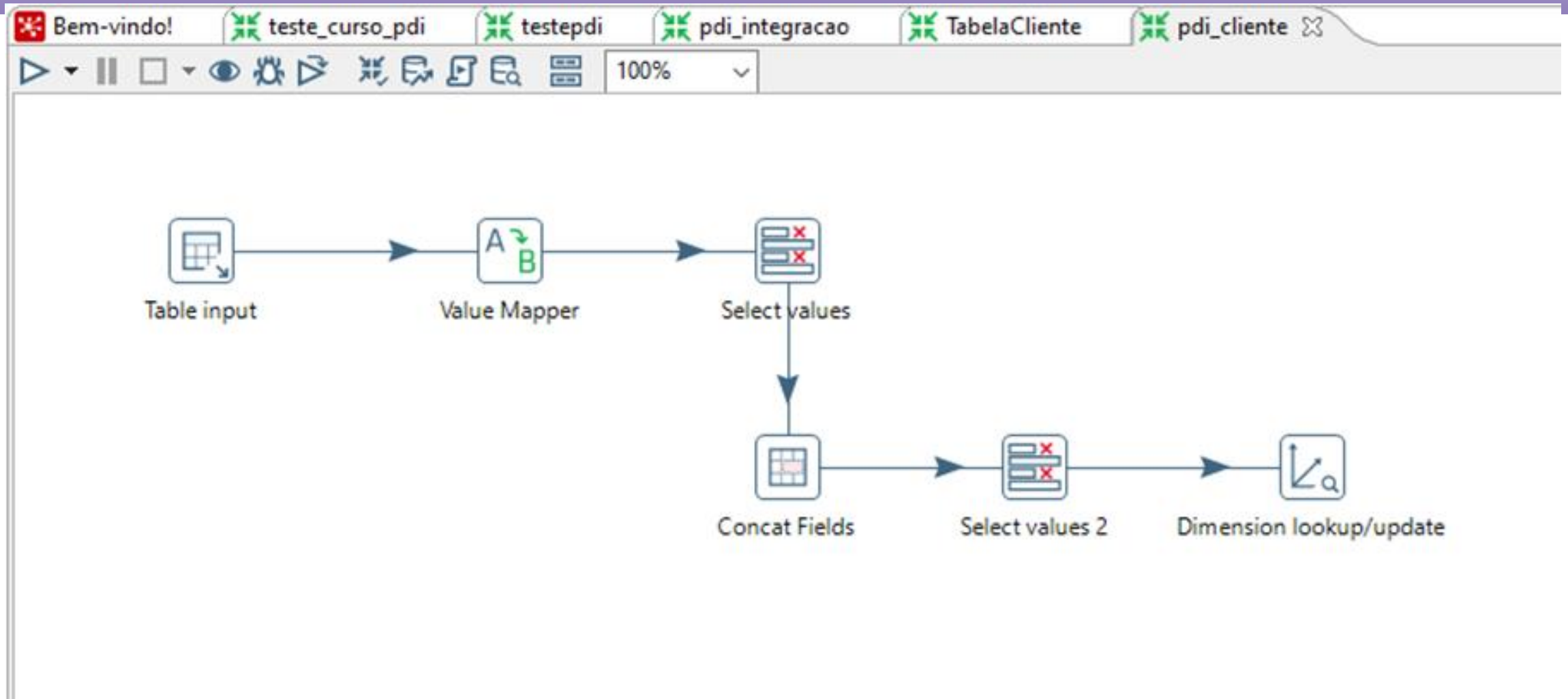


## Fundamentos do ETL

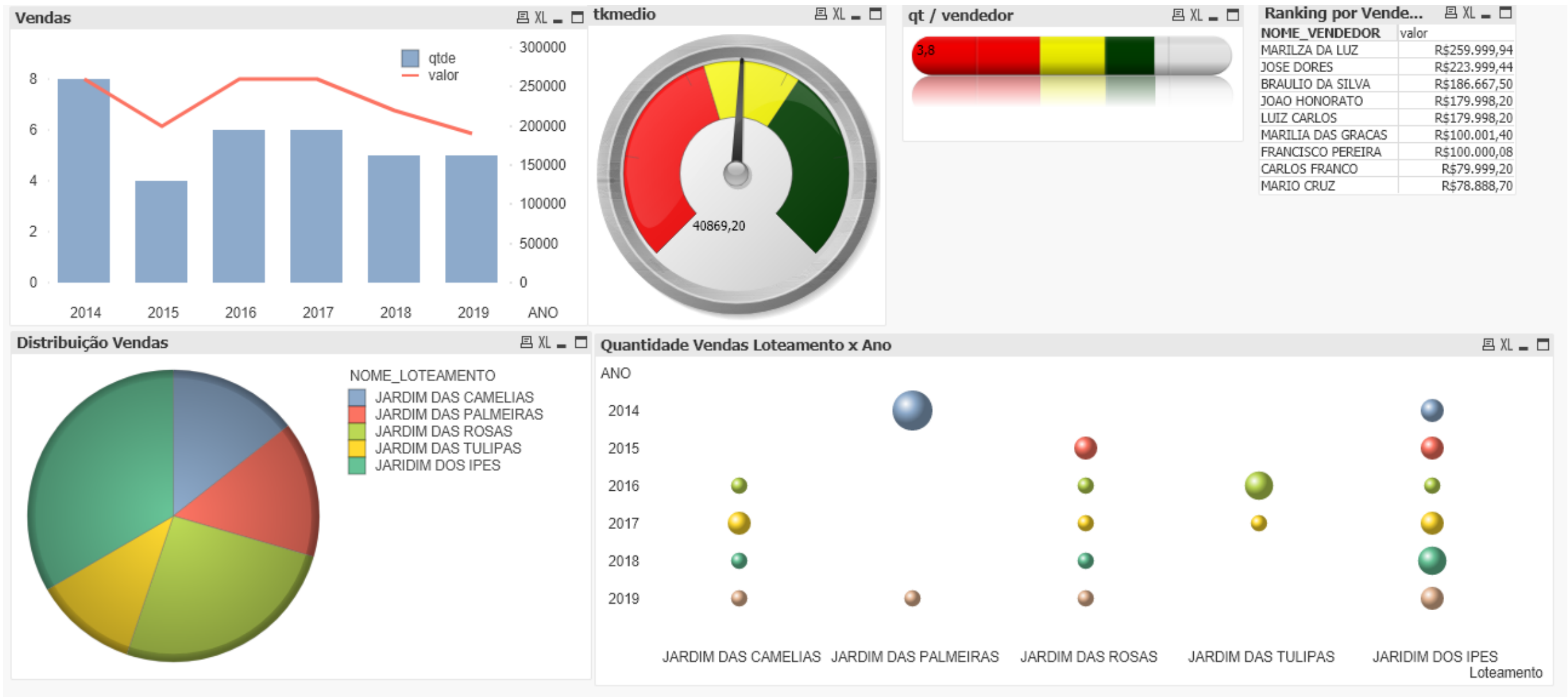
- Metadados do ETL
  - Dados a respeito de seus processos de ETL.
    - Definições de origem e destino
    - Levantamento de negócios (Descrições de negócios dos atributos)
    - Definição sobre direitos e privilégios
    - Declarações de transformação
    - Estatísticas de carregamento (Volumetria)

# ETL

## Exemplo ETL (Pentaho PDI)



# Demonstração - Construção Dashboard - Vendas de Loteamento



# Big Data



## Os 5 V's:

- Variedade
- Volume
- Velocidade
- Valor
- Veracidade

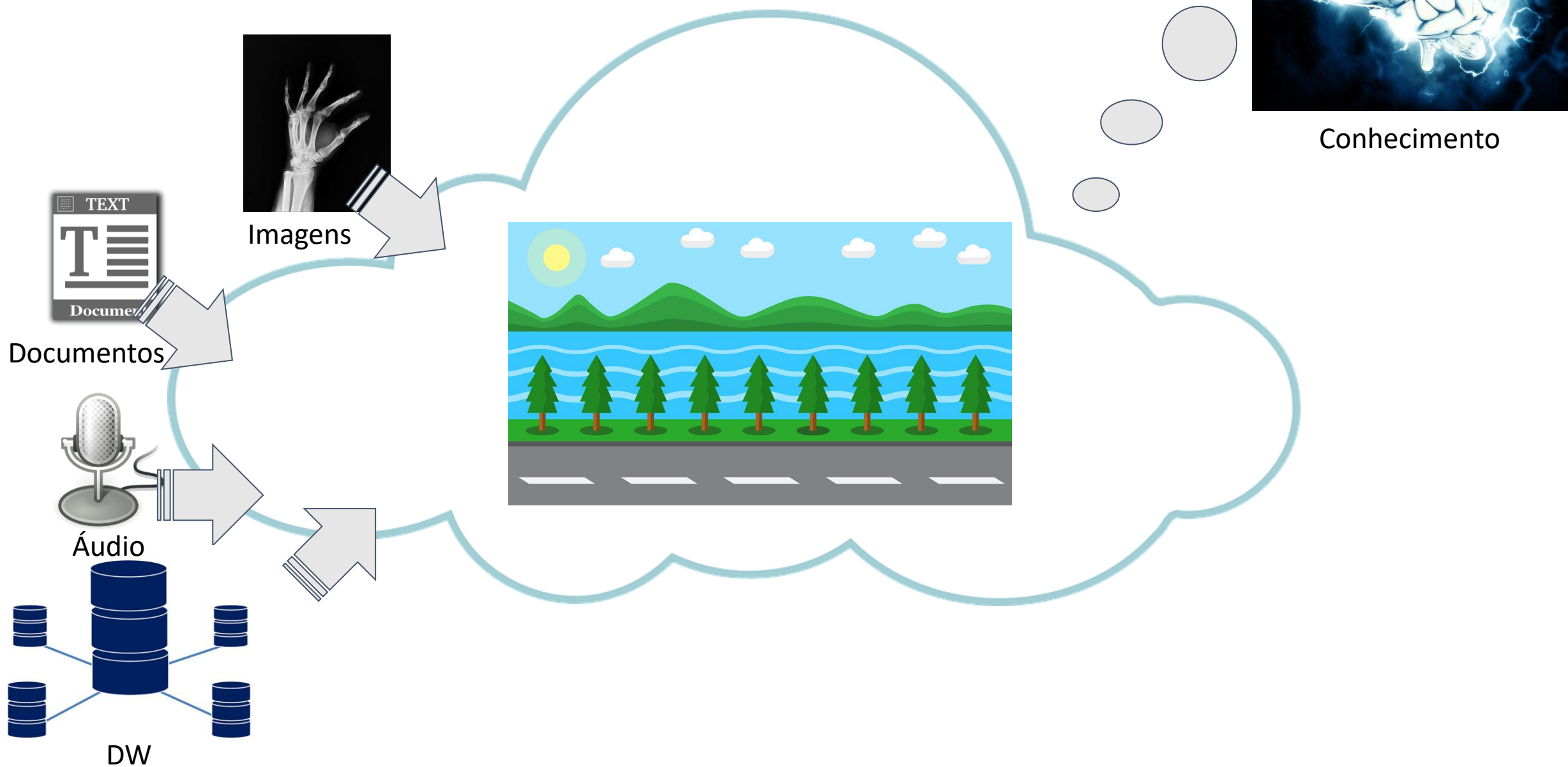
## Data Lake - Conceito

O Data Lake é um repositório que centraliza e armazena todos os tipos de dados gerados pela e para a empresa, eles são depositados (ingestão) ainda em estado bruto, sem o processamento e análise, ou seja, documentos em formatos originais, pdf's, e-mails, áudios, vídeos, etc e adicionalmente os dados dos sistemas de gestão e do Data Warehouse.

Novo Conceito → ELT – Extração, Carga (Ingestão) e Transformação



# Data Lake



## Data Lake - Justificativas

1. Inexistência de um ambiente centralizado que armazene e disponibilize informações de dados não estruturados
2. Dificuldade da interpretação e extração das informações de documentos não estruturados
3. Ausência de informações, muitas vezes contidas em documentos não estruturados da empresa (áudios, documentos, informações de outros aplicativos)



AWS ▾

Services ▾

Edit ▾

## Amazon Web Services

### Compute



**EC2**

Virtual Servers in the Cloud



**Lambda** **PREVIEW**

Run Code in Response to Events

### Storage & Content Delivery



**S3**

Scalable Storage in the Cloud



**Storage Gateway**

Integrates On-Premises IT Environments with Cloud Storage



**Glacier**

Archive Storage in the Cloud



**CloudFront**

Global Content Delivery Network

### Database



**RDS**

MySQL, Postgres, Oracle, SQL Server, and Amazon Aurora



**DynamoDB**

Predictable and Scalable NoSQL Data Store



**ElastiCache**

In-Memory Cache



**Redshift**

Managed Petabyte-Scale Data Warehouse Service

### Networking



**VPC**

Isolated Cloud Resources



**Direct Connect**

Dedicated Network Connection to AWS

### Administration & Security



**Directory Service**

Managed Directories in the Cloud



**Identity & Access Management**

Access Control and Key Management



**Trusted Advisor**

AWS Cloud Optimization Expert



**CloudTrail**

User Activity and Change Tracking



**Config** **PREVIEW**

Resource Configurations and Inventory



**CloudWatch**

Resource and Application Monitoring

### Deployment & Management



**Elastic Beanstalk**

AWS Application Container



**OpsWorks**

DevOps Application Management Service



**CloudFormation**

Templated AWS Resource Creation



**CodeDeploy**

Automated Deployments

### Analytics



**EMR**

Managed Hadoop Framework



**Kinesis**

Real-time Processing of Streaming Big Data



**Data Pipeline**

Orchestration for Data-Driven Workflows

### Application Services



**SQS**

Message Queue Service



**SWF**

Workflow Service for Coordinating Application Components



**AppStream**

Low Latency Application Streaming



**Elastic Transcoder**

Easy-to-use Scalable Media Transcoding



**SES**

Email Sending Service



**CloudSearch**

Managed Search Service

### Mobile Services



**Cognito**

User Identity and App Data Synchronization



**Mobile Analytics**

Understand App Usage Data at Scale



**SNS**

Push Notification Service

### Enterprise Applications



**WorkSpaces**

Desktops in the Cloud



**Zocalo**

Secure Enterprise Storage and Sharing Service



## Infrastructure Services

### Compute

-  Windows
-  Linux
-  Containers

### Storage

-  BLOB Storage
-  Azure Files
-  Premium Storage

### Networking

-  Virtual Network
-  Load Balancer
-  DNS
-  Express Route
-  Traffic Manager
-  VPN Gateway
-  Application Gateway

## Platform Services

### Compute

-  Cloud Services
-  Service Fabric
-  Batch

### Integration

-  Storage Queues
-  Biztalk Services
-  Hybrid Connections
-  Service Bus

### Media & CDN

-  Media Services
-  Content Delivery Network (CDN)

### App Service

-  Web Apps
-  API Apps
-  API Management
-  Mobile Apps
-  Logic Apps
-  Notification Hubs

### Developer Services

-  Visual Studio
-  Azure SDK
-  Team Project
-  Application Insights

### Analytics & IoT

-  HDInsight
-  Machine Learning
-  Data Factory
-  Event Hubs
-  Stream Analytics
-  Mobile Engagement

### Data

-  SQL Database
-  Redis Cache
-  DocumentDB
-  SQL Data Warehouse
-  Search
-  Tables

## Security & Management

-  Portal
-  Active Directory
-  Multi-Factor Authentication
-  Automation
-  Key Vault
-  Store/Marketplace
- 

## Produtos em destaque



### Compute Engine

Máquinas virtuais em execução nos data centers do Google.



### Cloud Storage

Armazenamento de objetos seguro, durável e escalonável.



### SDK do Cloud

Ferramentas de linha de comando e bibliotecas para o Google Cloud.



### Cloud SQL

Serviço de banco de dados relacional para MySQL, PostgreSQL e SQL Server.



### Google Kubernetes Engine

Ambiente gerenciado para executar apps em contêineres.



### BigQuery

Data warehouse para agilidade e insights comerciais.



### Cloud CDN

Rede de fornecimento de conteúdo para oferecer Web e vídeo.



### Dataflow

Análise para processamento em lote e de stream.



### Operações

Pacote de monitoramento, geração de registros e desempenho de aplicativos.



### Cloud Run

Ambiente totalmente gerenciado para executar apps em contêineres.



### Anthos

Plataforma para modernizar os aplicativos atuais e criar novos.

Não encontrou o que procura?

**Ver todos os produtos (mais de 100)**

# Data Lake - Estruturas





# Data Lake - Exemplo de Arquitetura

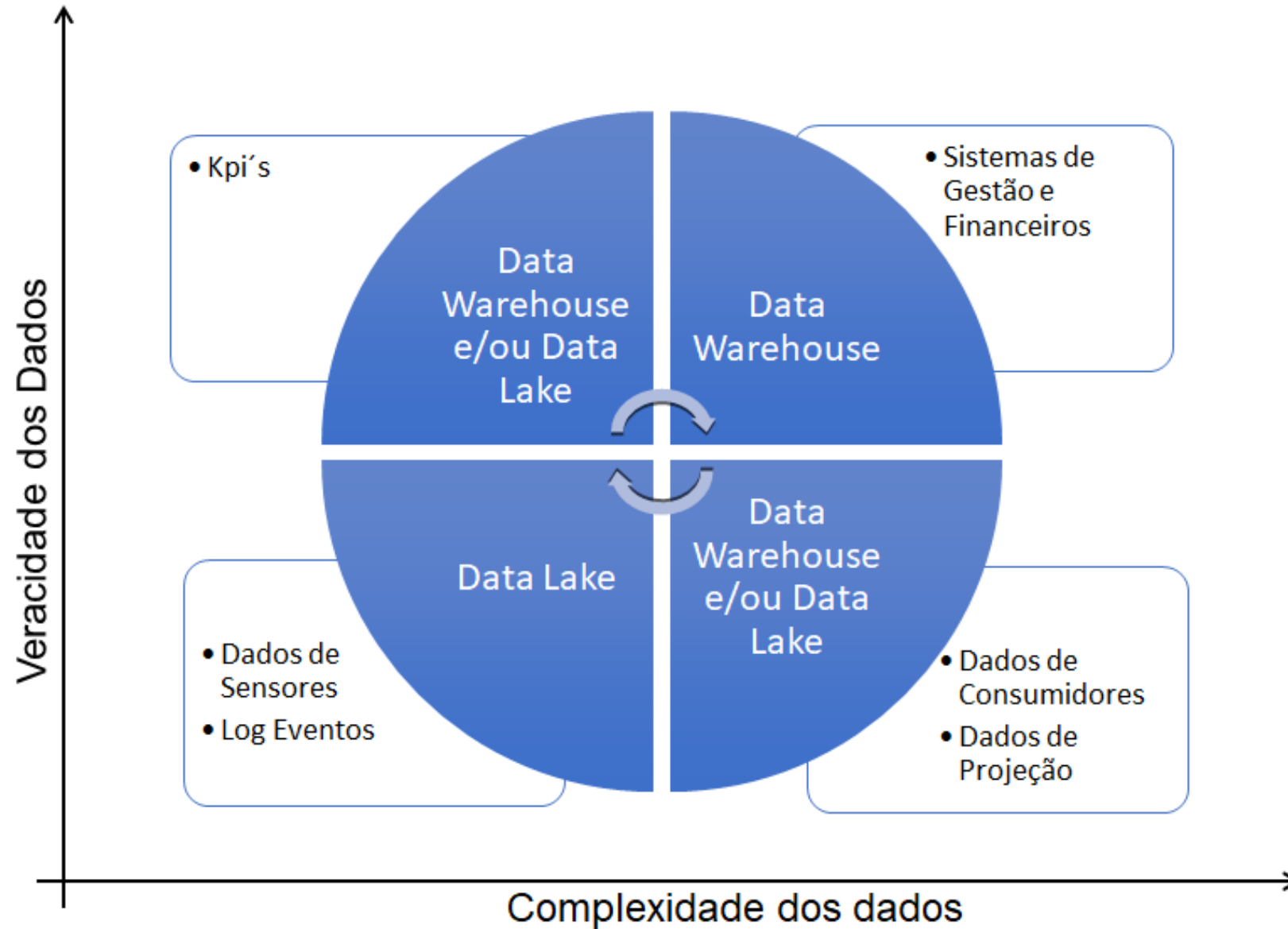


# Data Lake - Exemplo de Aplicação





# Data Warehouse x Data Lake



# Arquitetura - Data Analytics

## Fonte de dados

*Data Warehouse (DW)*



*Dados estruturados*

*Data Lake*



Áudio



Imagens



Documentos

*Dados não estruturados*

## Inteligência Artificial

- Aprendizagem Supervisionada
- Processamento de Linguagem Natural
- Mineração de Processos
- Robótica
- Aprendizagem Não Supervisionada - Recomendações e Agrupamentos

## Resultados

- Descoberta de conhecimento, padrões e *insights*
- Ações voltadas a melhoria de processos
- Detecção de inconformidades
- Automação de rotinas e processos
- Classificação de casos.

# Business Intelligence x Analytics

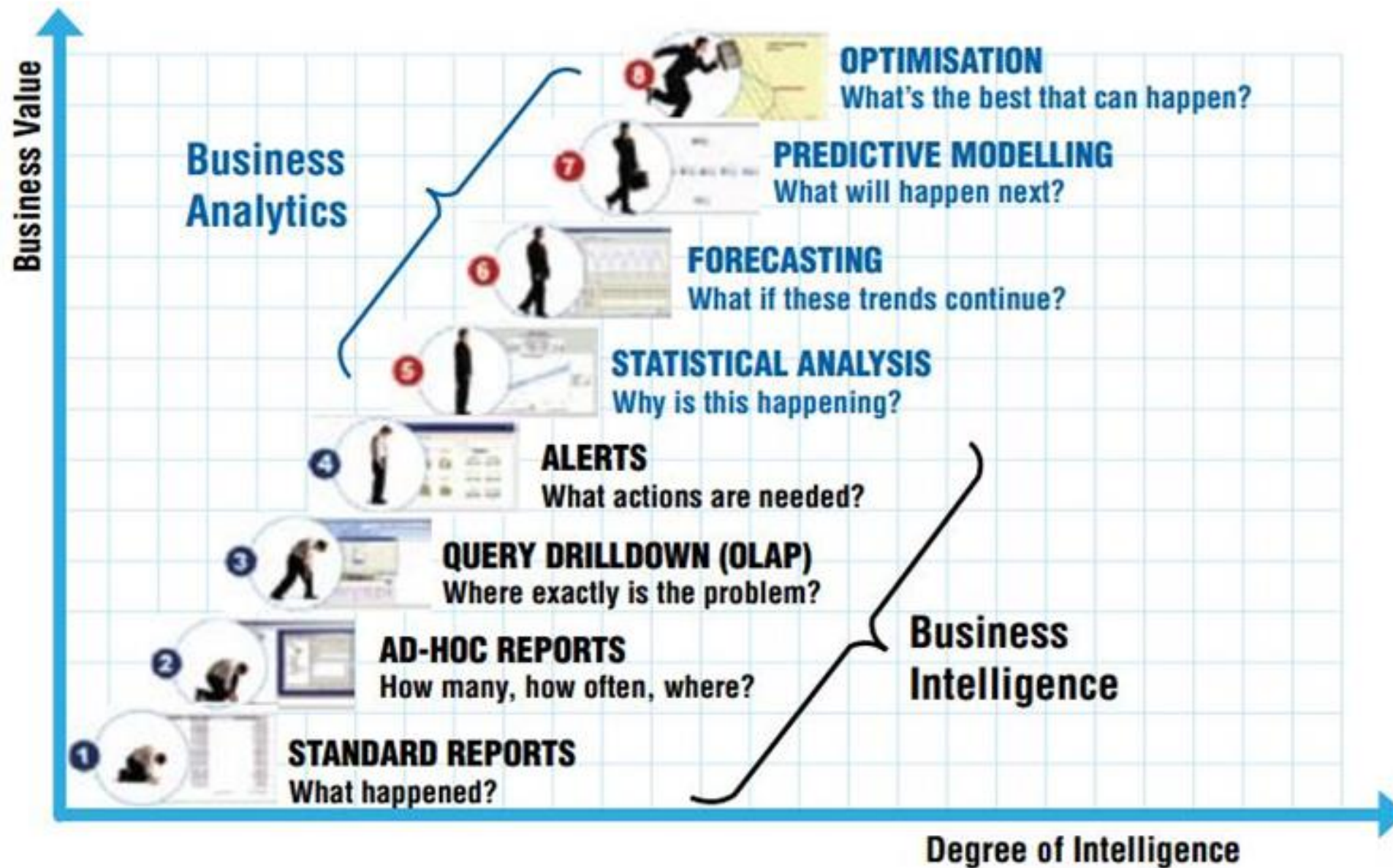


Figura 2- BI x BA - Michael Walken - <http://www.rosebt.com/1/post/2012/09/eight-levels-of-analytics-for-competitive-advantage.html>

# Business Intelligence x Analytics

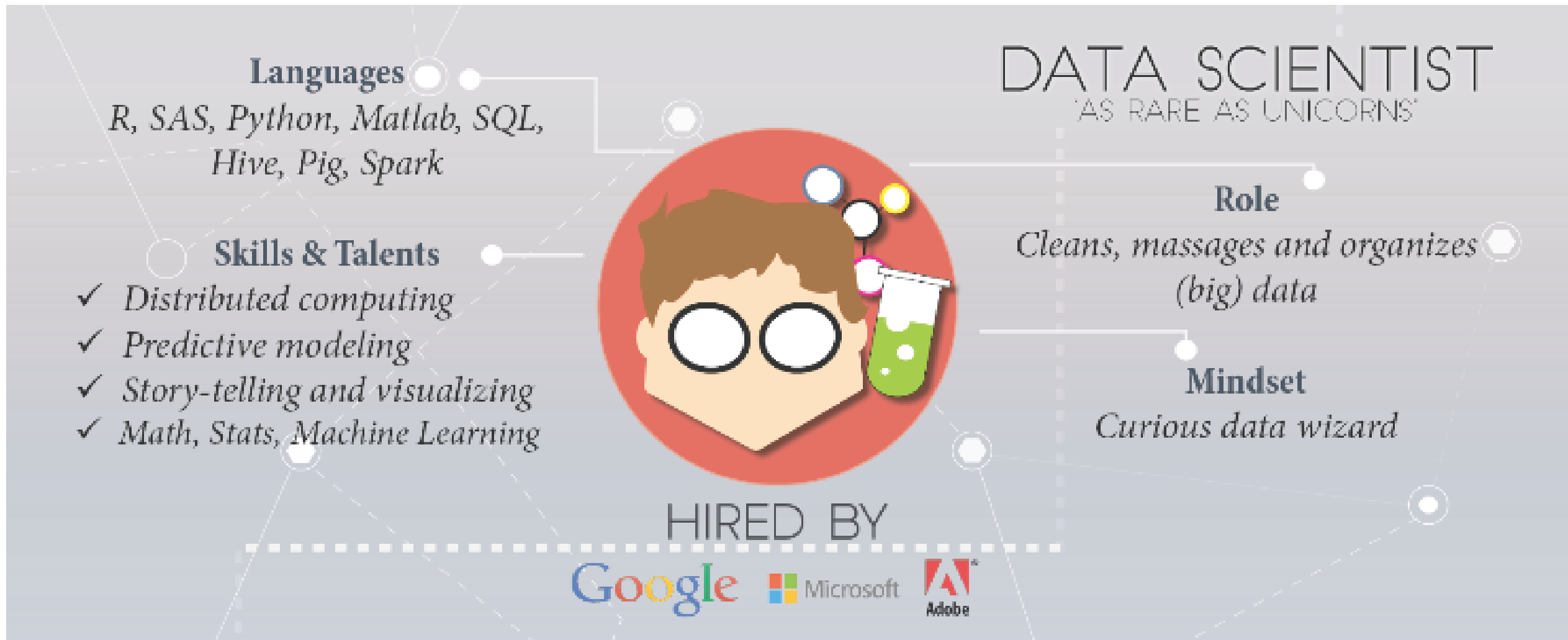
Área	Analista de BI	Cientista de Dados
<b>Foco</b>	Relatórios, KPI's, Tendências	Padrões, Correlações, Modelos Preditivos
<b>Processo</b>	Estático, Comparativo	Exploratório, Experimental, Visual
<b>Fontes de Dados</b>	Data Warehouses, Bancos Transacionais	Big Data, Dados Não-Estruturados, Bancos Transacionais e NoSQL, Dados Gerados em Tempo Real
<b>Qualidade dos Dados na Fonte</b>	Alta	Baixa ou Média (requer processo de limpeza e transformação)
<b>Modelo de Dados</b>	Esquema de dados bem definido na fonte	Esquema de dados definido no momento da consulta
<b>Transformações nos Dados</b>	Pouca ou nenhuma (dados já organizados na fonte)	Transformação sob demanda, necessidade de complementar os dados
<b>Análise</b>	Descritiva, Retrospectiva	Preditiva, Prescritiva
<b>Responde à pergunta:</b>	O que aconteceu?	O que pode acontecer?



# Atores - Analista de Negócios (BI)



# Atores - Cientista de Dados



# Atores - Analista de Dados

## DATA ANALYST "DATA DETECTIVE"

### Role

*Collects, processes and performs statistical data analyses*

### Mindset

*Intuitive data junkie with high "figure-it-out" quotient*



### Languages

*R, Python, HTML, Javascript, C/C++, SQL*

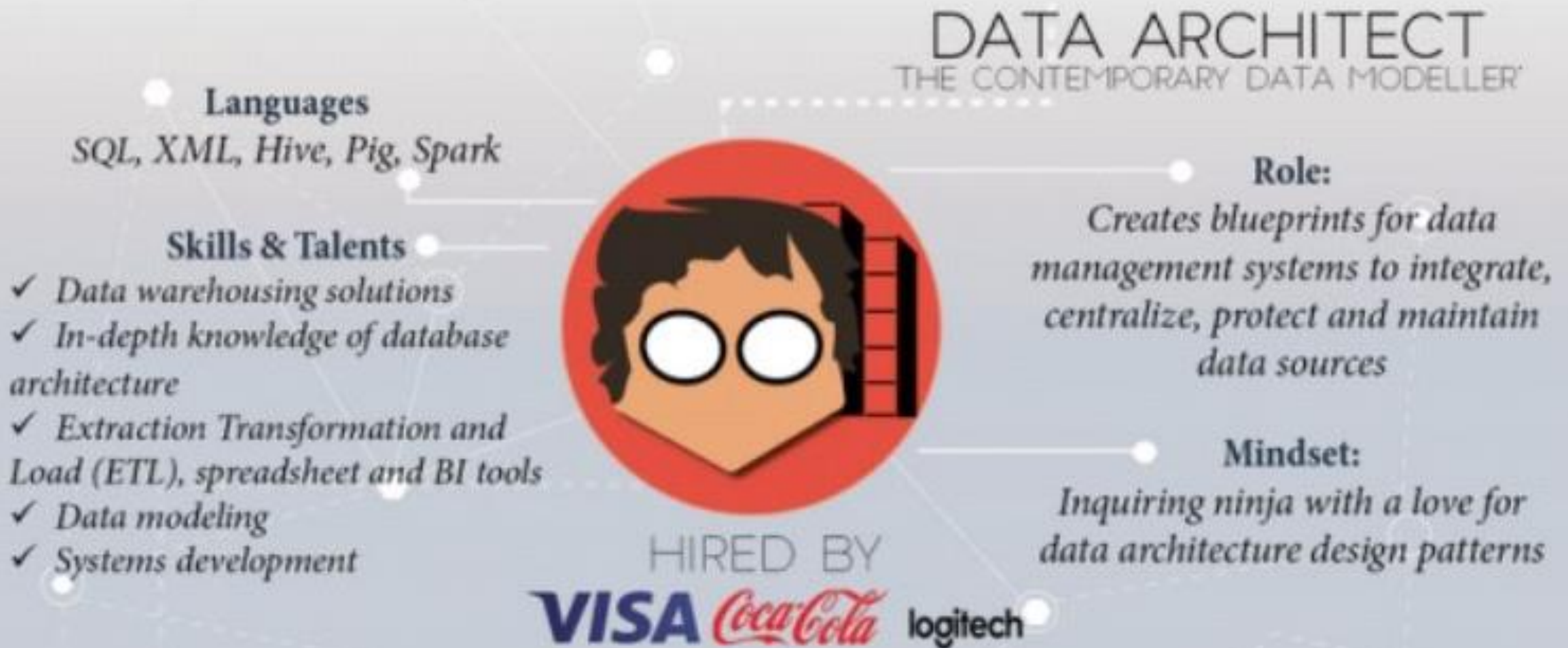
### Skills & Talents

- ✓ *Spreadsheet tools (e.g. Excel)*
- ✓ *Database systems (SQL and NO SQL based)*
- ✓ *Communication & visualization*
- ✓ *Math, Stats, Machine Learning*

HIRED BY



# Atores - Arquiteto de Dados





# Atores - Engenheiro de Dados

## DATA ENGINEER

SOFTWARE ENGINEERS BY TRADE

### Role

*Develops, constructs, tests and maintains architectures (such as databases and large-scale processing systems)*

### Mindset

*All-purpose everyman*



HIRED BY



### Languages

*SQL, Hive, Pig, R, Matlab, SAS, SPSS, Python, Java, Ruby, C++, Perl*

### Skills & Talents

- ✓ *Database systems (SQL & NO SQL based)*
- ✓ *Data modeling & ETL tools*
- ✓ *Data APIs*
- ✓ *Data warehousing solutions*

# Atores - Estatístico

## Languages

R, SAS, SPSS, Matlab, Stata, Python,  
Perl, Hive, Pig, Spark, SQL

## Skills & Talents

- ✓ Statistical theories & methodology
- ✓ Data mining & machine learning
- ✓ Distributed Computing (Hadoop)
- ✓ Database systems (SQL and NO SQL based)
- ✓ Cloud tools



## STATISTICIAN

'HISTORIC LEADERS OF DATA'

### Role

*Collects, analyzes and interprets-  
qualitative as well as quantitative  
data with statistical theories and  
methods*

### Mindset

*Logical and enthusiastic stats  
genius*

HIRED BY



# Atores - D.B.A.

## DATABASE ADMINISTRATOR

'DATABASE CARETAKER'

### Role

*Ensures that the database is available to all relevant users, is performing properly and is being kept safe*

### Mindset

*Master of Disaster Prevention*



### Languages

*SQL, Java, Ruby on Rails, XML, C#, Python*

### Skills & Talents

- ✓ Backup & recovery
- ✓ Data modeling and design
- ✓ Distributed Computing (Hadoop)
- ✓ Database systems (SQL and NO SQL based)
- ✓ Data security
- ✓ ERP & business knowledge

HIRED BY





# Atores - Gerente de Dados e Analytics

## DATA AND ANALYTICS MANAGER

DATA SCIENCE TEAM LEADER

### Role

*Manages a team of analysts and data scientists*

### Mindset

*Data Wizards' Cheerleader*



### Languages

*SQL, R, SAS, Python, Matlab, Java*

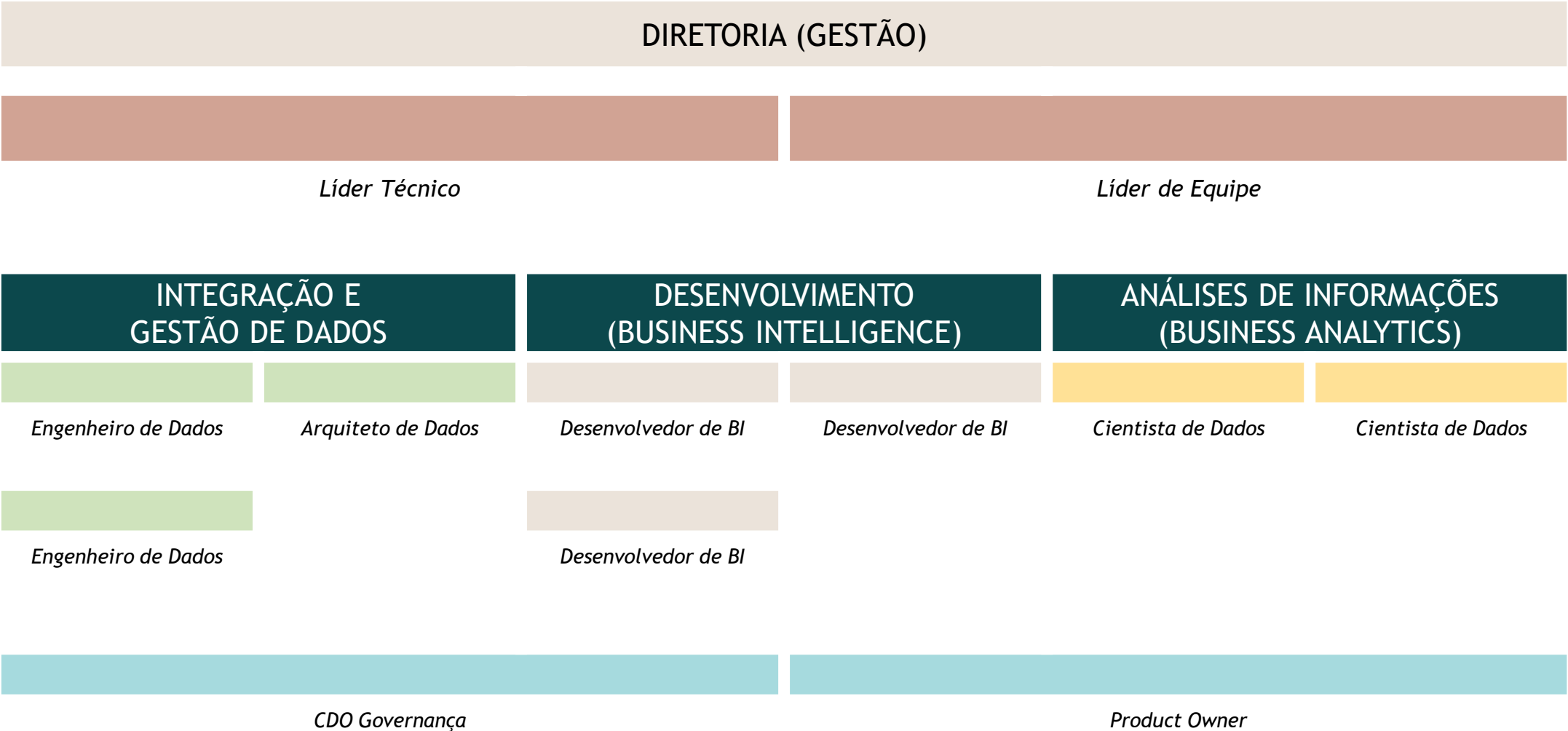
### Skills & Talents

- ✓ *Database systems (SQL and NO SQL based)*
- ✓ *Leadership & project management*
- ✓ *Interpersonal communication*
- ✓ *Data mining & predictive modeling*

HIRED BY



# Exemplo Estrutura Funcional



# Ferramentas Analytics



alteryx



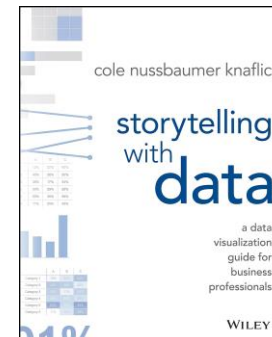
Amazon SageMaker

# Agenda e Questões Business Analytics

- Quais são os caminhos (tendências) para a Análise de Dados?
- Qual é a estrutura para a Análise de Dados?
- Governança de Dados: O que é? Qual é a sua importância?
- O que é Data Mesh?
- Quais são as tendências em termos de organização e armazenamento dos dados?
- Qual é o futuro das aplicações de IA? O que é IA Generativa e LLM?
- Estrutura funcional para aplicação de Business Analytics

# Quais são os caminhos (tendências) para a Análise de Dados?

- Foco em resolver questões -> *storytelling* com os dados
- Insights - Destaques importantes sobre a análise de dados.  
São gatilhos para desenvolver ações de melhorias e evolução dos apontamentos realizados.
- Análise *Top-down* - Abordagem geral e depois detalhe os resultados
- Aplicação direta da Ciência de Dados - Aprendizagem de Máquina para a descoberta de padrões de forma automática. Auto ML - instrumentos que permitem automatizar e reconhecer dinamicamente padrões nos dados do mundo real. Ex. Datarobot, H2O, Datalku, entre outras.
- Aplicação da Mineração de Processos para a descoberta do mapeamento do processo, dentro dos registros (log de eventos).



Process

Mining

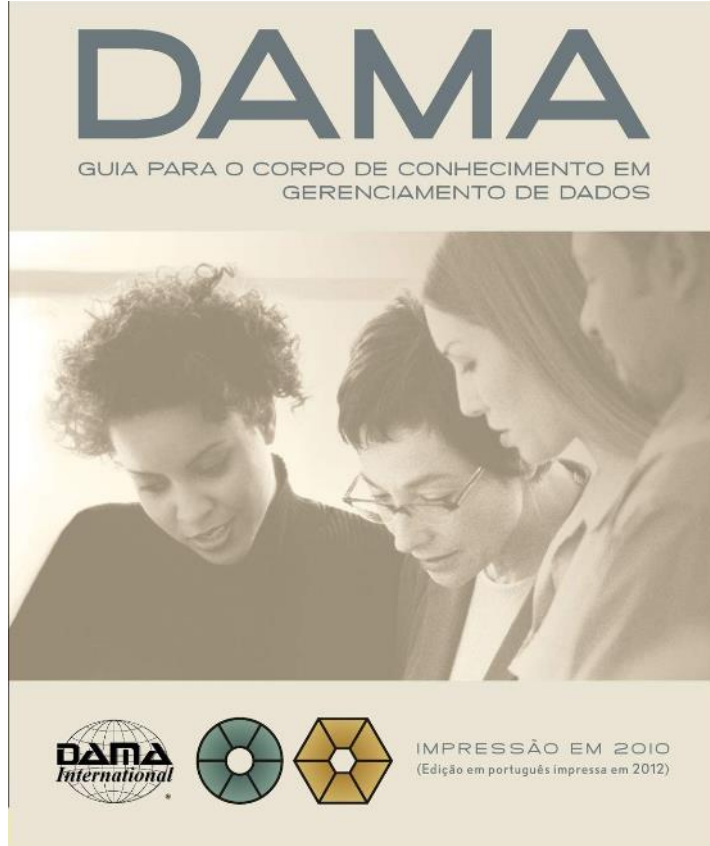


# Qual é a estrutura para desenvolver esse ambiente?



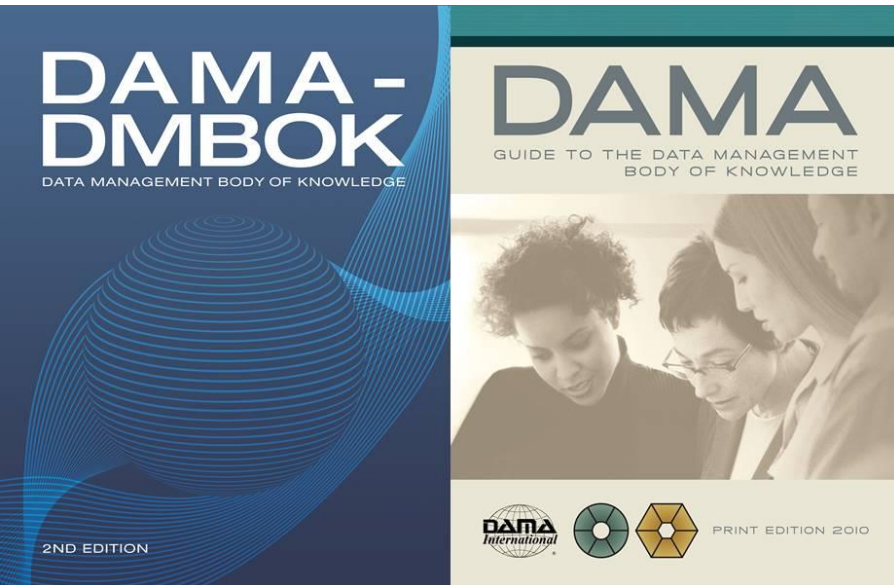
# GOVERNANÇA DE DADOS - DAMA-DMBOK®

## Data Management Body of Knowledge



John Zachman

# Governança de Dados

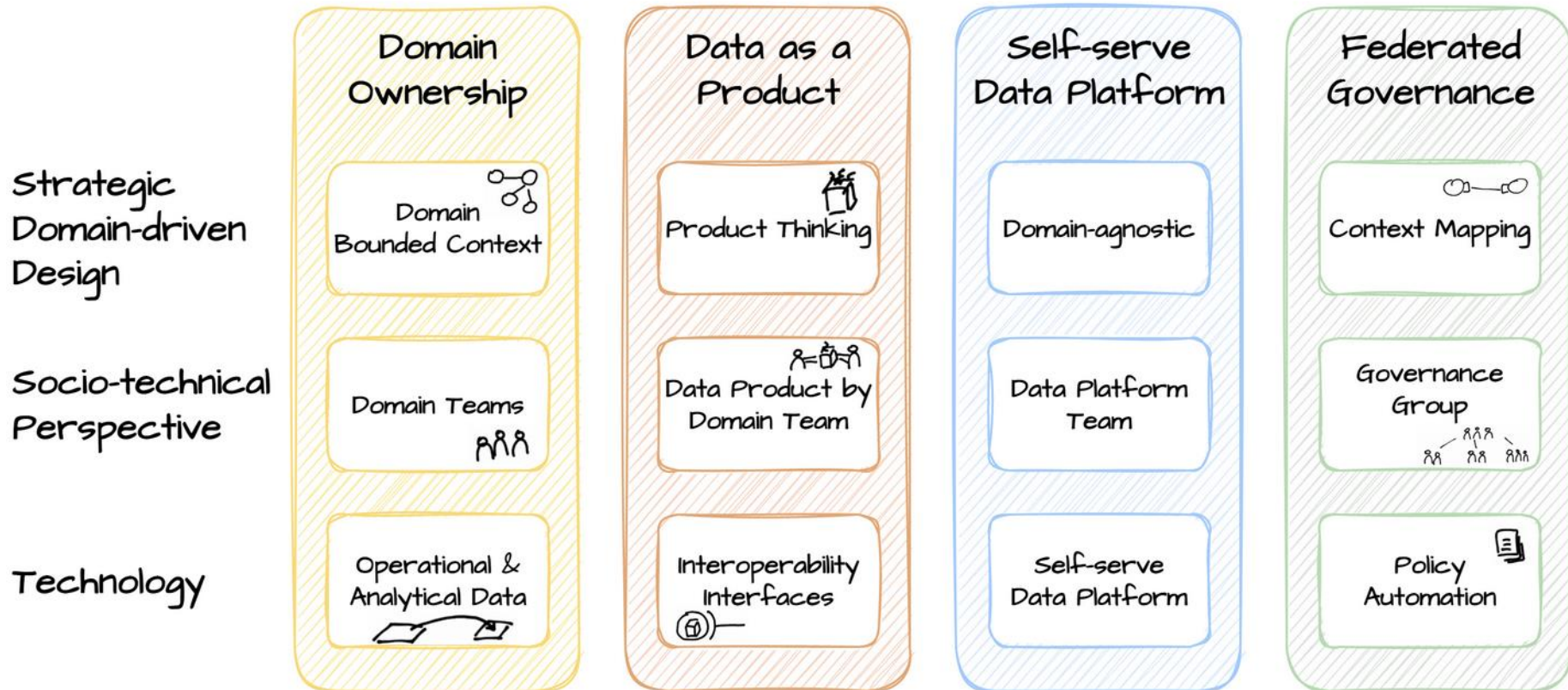




# Data Mesh

O conceito *Data Mesh* foi aplicado por **Zhamak Deghani** em **2019**, e apresenta 4 princípios fundamentais que agrupam o conceito

## What Is Data Mesh?



[datamesh-architecture.com](https://www.datamesh-architecture.com)

# Qual é o futuro das aplicações de I.A. e análise de dados?



- LLMs (*large Language Models*) têm potencial para impactar diversos aspectos dos negócios, desde a análise de dados e tomada de decisões até a personalização do atendimento ao cliente e automação de tarefas.
- Acesso à tecnologia para todos e em todos os lugares.
- Grandes evoluções irão acontecer no tratamento de imagem e assistentes.
- É essencial considerar os desafios e responsabilidades associados ao uso desses modelos, garantindo a segurança, transparência e ética em sua implementação

## Andrew NG

Considerado como um dos maiores pesquisadores de aprendizagem de máquina (IA) do mundo, sendo nomeado como uma das 100 pessoas mais influentes da revista Time (2012).

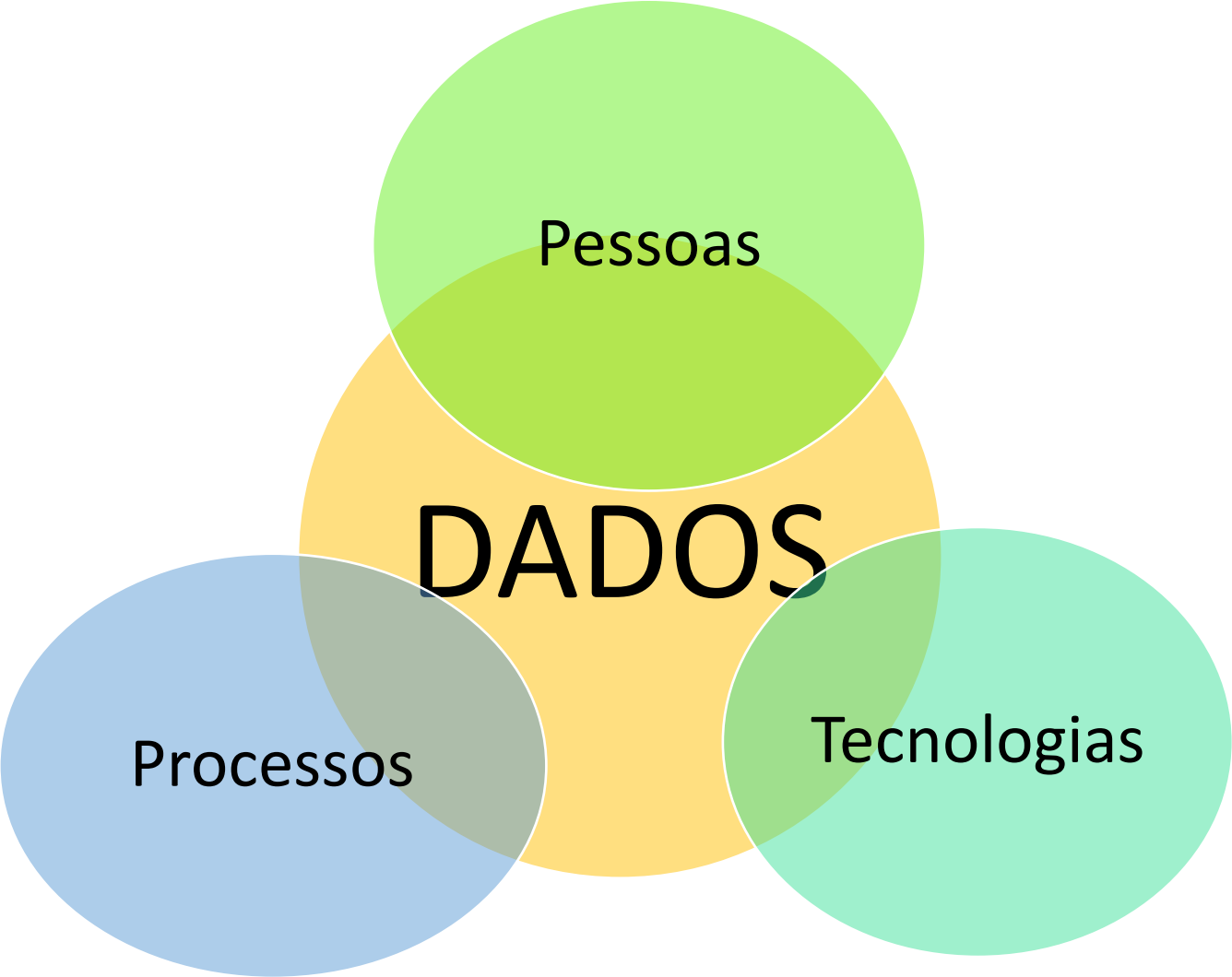


# FUNÇÕES DO DMBOK ®



Áreas de conhecimento na Gestão de Dados – Segundo DMBOK ® – fonte: Barbieri (2013)

# GOVERNANÇA DE DADOS



Dúvidas





# Referências

- Date, Christopher J., Introdução a Sistemas de Bancos de Dados, Campus, 2005
- Silberschatz, Abraham; Korth, Henry F., Database System Concepts, Elsevier Brasil, 2016
- Graeme Simsion; Graham Witt, Data Modeling Essentials, Morgan Kaufmann, 2004
- Elmasri, R.; Navathe, S. **Sistema de Banco de Dados**, 4 ed. São Paulo, Pearson Addison Wesley, 2005.
- HARJINDER, Gill S.; PRAKASH Rao C. The Official Guide to Data Warehousing, Indianapolis, USA: QUE Corporation, 1996. 382p
- EDITION, First; BRACKETT, Michael; EARLEY, Production Susan. The DAMA Guide to The Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK Guide). 2009.
- BARBIERI, Carlos. Uma visão sintética e comentada do Data Management Body of Knowledge (DMBOK). Belo Horizonte: Fumsoft, 2013.
- Kimbal, Ralph. The Data Warehouse Toolkit. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1996. 388 p.
- Kaplan R, Norton D. Organização Orientada para a Estratégia. 8 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2000.
- Tomsen, E. OLAP: Construindo sistemas de informações multidimensional. 2 ed. Rio de Janeiro, Campus, 2002.
- Albright, et al: Data Analysis e Decision Making. 2 ed. CA, USA, Brooks/Cole, 2003.
- Turban, E. Decision Support and Expert Systems. 4 ed. New Jersey, USA, 1988.