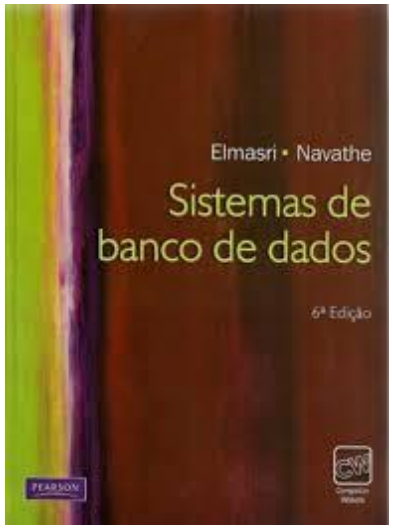
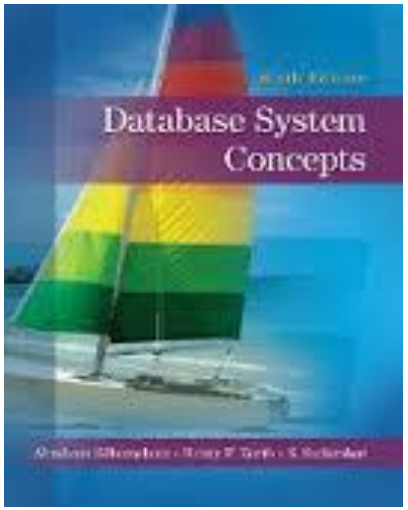
Unidade 19 – Conceitos de Mineração de Dados

Prof. Aparecido V. de Freitas
Doutor em Engenharia
da Computação pela EPUSP

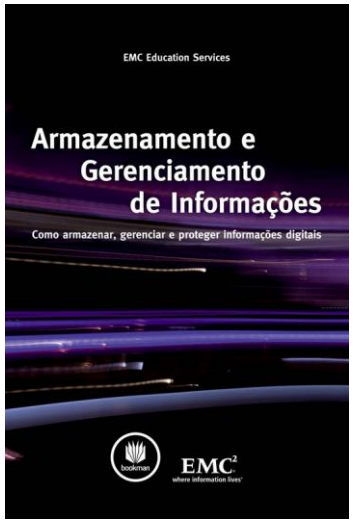
Bibliografia



Sistemas de Banco de Dados
Elmasri / Navathe 6ª edição



Sistema de Banco de Dados
Korth, Silberschatz – Sixth Editon



http://education.EMC.com/ismbook

Introdução

- ✓ Nas últimas décadas, muitas organizações têm gerado uma grande quantidade de **dados** na forma de **arquivos** e **banco de dados**;

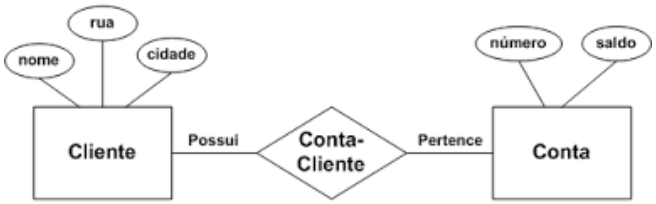
Organizações dependem dos dados ...

- ✓ Passagens aéreas
- ✓ Sistemas de Telefonia
- ✓ Comércio Eletrônico
- ✓ Sistemas Bancários
- ✓ Montadoras
- ✓ Cartões de Crédito
- ✓ Redes Sociais
- ✓ . . .

Qual a dificuldade em processar esses dados com SQL?

SQL

- ✓ **SQL** é uma **linguagem estruturada de consulta**, o qual assume que o usuário conhece o esquema do banco de dados;
- ✓ **SQL** dá suporte a operações de **Álgebra Relacional** que permite que o usuário selecione linhas e colunas de dados das tabelas, assumindo que os dados tenham uma **determinada estrutura**.



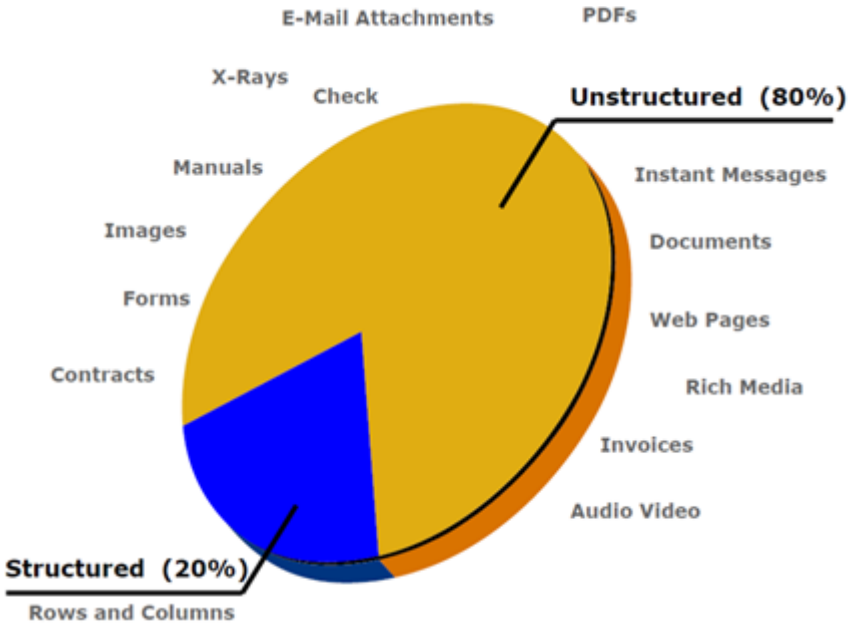
Tipos de Dados

- ✓ **Estruturados**: organizados em linhas e colunas em um formato definido de forma rígida, de modo que aplicativos possam recuperá-los e processá-los com eficiência. (**SGBD**)

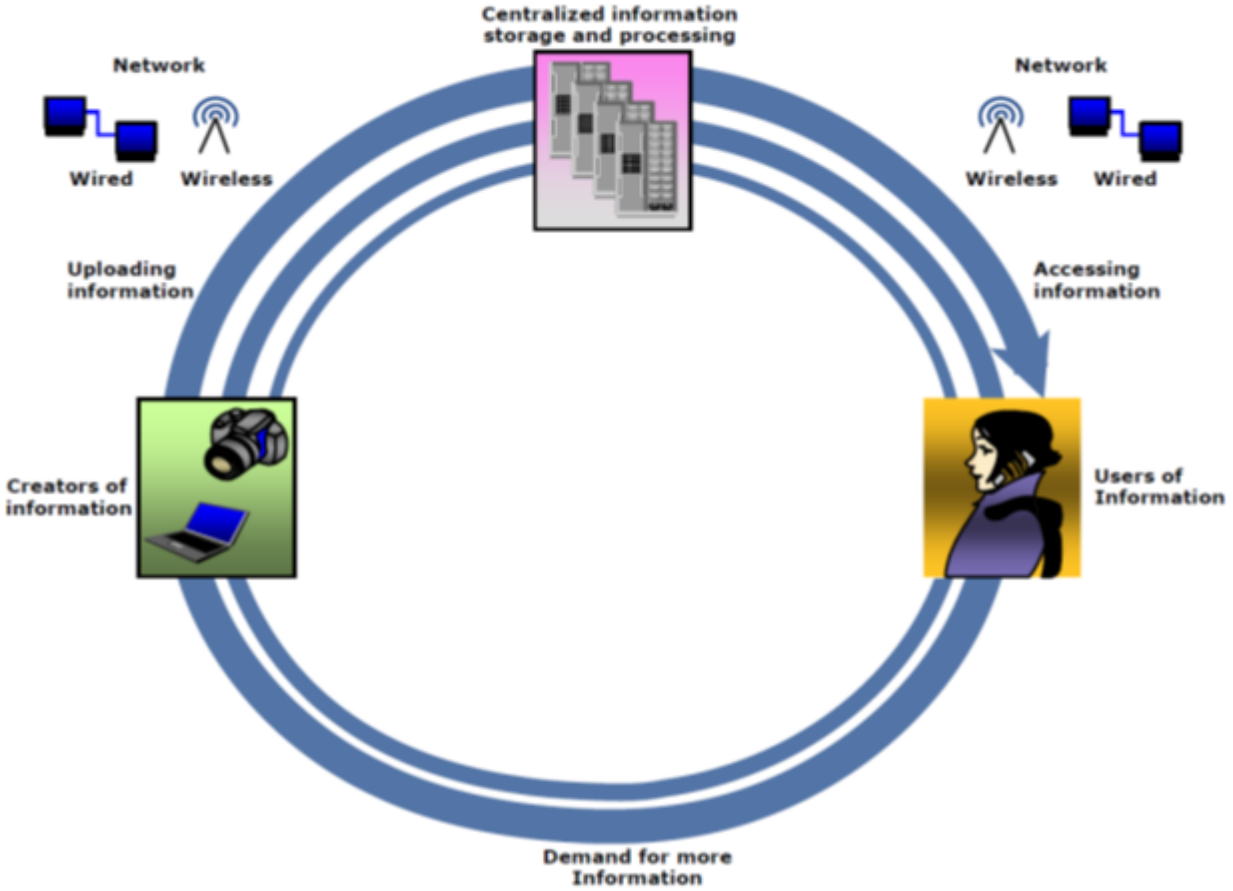
- ✓ **Não-estruturados**: Seus elementos não estão organizados na forma de linhas e colunas, sendo, portanto, difíceis de serem consultados e recuperados por aplicativos empresariais. Exemplos: mensagens de email, arquivos .pdf, .doc, etc.

Dados não estruturados

- ✓ Alvo de preocupação das empresas;
- ✓ A maioria dos dados corporativos não são estruturados;
- ✓ Requerem mais espaço e gerenciamento.



Ciclo Virtuoso das Informações



Como então lidar com dados não estruturados?

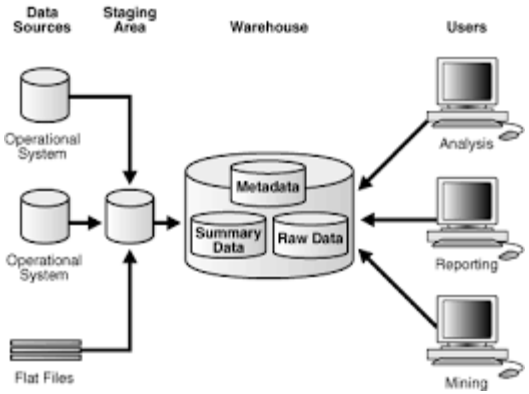
Mineração de Dados (Data Mining)

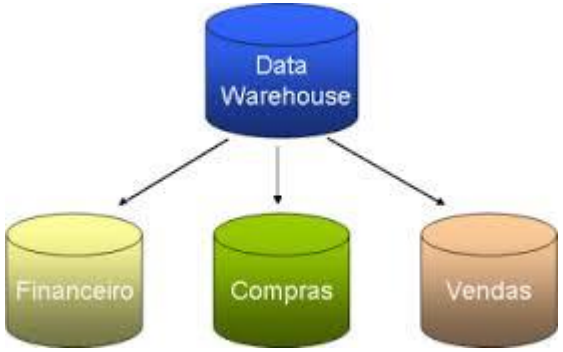
- ✓ Área cujo interesse é atuar na descoberta de informações em termos de **padrões** ou **regras** com base em grandes quantidades de dados;
- ✓ Para ser útil na prática, precisa ser executada de modo eficiente em grandes arquivos e banco de dados;
- ✓ Utiliza técnicas de áreas como **aprendizado de máquina**, **estatística**, **redes neurais** e **algoritmos genéticos**.

Qual a relação entre Data Warehouse e Data Mining?

Data Warehouse

- ✓ O objetivo de um **Data Warehouse** (Armazém de Dados) é dar suporte à tomada de decisão com dados;
- ✓ Corresponde a uma **base de dados histórica** projetada para dar suporte à tomada de decisão;
- ✓ A mineração de dados pode ser usada em conjunto com **Data Warehouses** para auxiliar nessa tomada de decisão.
- ✓ O uso bem sucedido das aplicações de mineração de dados dependerá, primeiro, da construção de um **Data Warehouse**.





Descoberta de Conhecimento em Banco de dados (KDD)

- Mineração de dados, na verdade, é um passo de um processo maior conhecido por **KDD** (**knowledge-discovery in databases**);

- O processo de descoberta de conhecimento compreende seis fases:

  - ✓ **Seleção de dados;**
  - ✓ **Limpeza de dados;**
  - ✓ **Enriquecimento;**
  - ✓ **Transformação ou Codificação de dados;**
  - ✓ **Mineração de dados;**
  - ✓ **Relatório e exibição da informação descoberta.**

Fases – KDD (Seleção de dados)

- Consideremos um banco de dados transacional mantido por uma empresa de bens de consumo, com a seguinte estrutura: nome do cliente, CEP, telefone, data de compra, código do item, preço, quantidade e quantidade total;

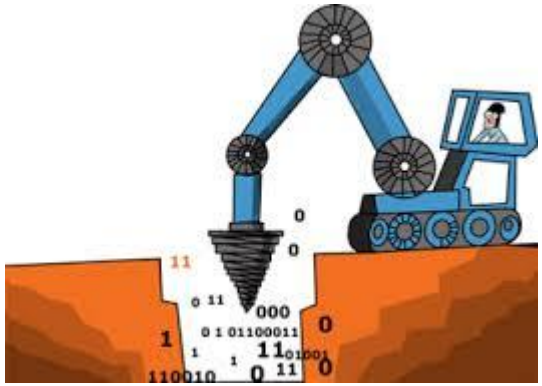
- Na fase de **Seleção** de dados, **dados sobre um item específico podem ser selecionados**, ou clientes de uma determinada de uma determinada região.

- ✓ **Seleção de dados;**
- ✓ **Limpeza de dados;**
- ✓ **Enriquecimento;**
- ✓ **Transformação ou Codificação de dados;**
- ✓ **Mineração de dados;**
- ✓ **Relatório e exibição da informação descoberta.**

Fases – KDD (Limpeza de dados)

- Na fase de **Limpeza** de dados, pode-se corrigir **códigos postais inválidos** ou **eliminar-se registros com prefixos de telefone inválidos**.

  - ✓ **Seleção de dados;**
  - ✓ **Limpeza de dados;**
  - ✓ **Enriquecimento;**
  - ✓ **Transformação ou Codificação de dados;**
  - ✓ **Mineração de dados;**
  - ✓ **Relatório e exibição da informação descoberta.**



Fases – KDD (Enriquecimento de dados)

- Na fase de **Enriquecimento** de dados, pode-se melhorar **com fontes de informação adicionais**. Por exemplo, dados sobre idade, renda e avaliação de crédito podem ser anexados à cada registro.

- ✓ **Seleção de dados;**
- ✓ **Limpeza de dados;**
- ✓ **Enriquecimento;**
- ✓ **Transformação ou Codificação de dados;**
- ✓ **Mineração de dados;**
- ✓ **Relatório e exibição da informação descoberta.**

Fases – KDD (Transformação ou Codificação de dados)

- Na fase de **Transformação ou Codificação** de dados, pode-se **manipular os dados para deixá-los de forma mais conveniente**. Por exemplo, dados sobre renda podem ser divididos em faixas, códigos postais podem ser agregados em regiões, etc

- ✓ **Seleção de dados;**
- ✓ **Limpeza de dados;**
- ✓ **Enriquecimento;**
- ✓ **Transformação ou Codificação de dados;**
- ✓ **Mineração de dados;**
- ✓ **Relatório e exibição da informação descoberta.**

Pré-processamento dos dados

- Somente após o pré-processamento, as técnicas de mineração de dados são usadas para se extrair diferentes padrões e regras.

  - ✓ **Seleção de dados;**
  - ✓ **Limpeza de dados;**
  - ✓ **Enriquecimento;**
  - ✓ **Transformação ou Codificação de dados;**

  } **Pré-processamento**

  - ✓ **Mineração de dados;**
  - ✓ **Relatório e exibição da informação descoberta.**

Qual o resultado da mineração de dados?

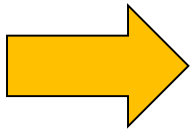
Resultados da Mineração de Dados

- A mineração de dados pode descobrir o seguinte tipo de informação:

- ✓ **Regras de Associação;**
- ✓ **Padrões sequenciais;**
- ✓ **Árvores de Classificação.**

Regras de Associação

- Por exemplo, sempre que um cliente compra um **item**, ele ou ela pode também comprar alguma **acessório** associado ao item.



Padrões sequenciais

- Suponha que um cliente compre uma câmera fotográfica e a financie em 6 meses. Após seis meses ele compra uma lente e também a financie.
- Após mais seis meses, provavelmente o cliente comprará um outro acessório para o seu equipamento de fotografia.

Árvores de Classificação

- Clientes podem ser **classificados** por frequência de visitas, tipos de financiamento utilizado, valor da compra, etc;
- Pode-se gerar **estatísticas** interessantes para essas classes de dados;

Que aplicações podem se beneficiar da mineração de dados?

Mineração de dados - Aplicações

- Sistemas de **tomada de decisão**. Por exemplo, uma nova loja pode ser planejada em um determinado local com prospecção de vendas;
- Ações de **marketing**, campanhas de propagandas, promoções de produtos;
- **Medicina**, indicação de diagnósticos mais precisos;
- **Telemarketing**, padrões em dados de clientes;
- **Sistemas bancários**, padrões para relacionamento com clientes;
- etc...

Mineração de dados - Objetivos

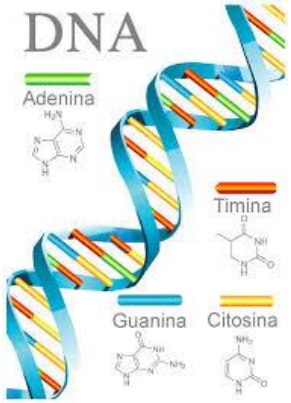
- De um modo geral, os objetivos são:
  - ✓ **Previsão**
  - ✓ **Identificação**
  - ✓ **Classificação**
  - ✓ **Otimização;**

Mineração de dados – Objetivo Previsão (Predição)

- A mineração de dados pode mostrar como certos **atributos** dos dados se comportarão no **futuro**;
- Exemplos:
  - ✓ Quanto de volume de vendas uma determinada loja gerará em um determinado período;
  - ✓ Predizer o valor de uma ação três meses adiante;
  - ✓ Predizer o percentual que será aumentado de tráfego na rede se a velocidade aumentar;
  - ✓ Predizer o vencedor do campeonato baseando-se na comparação das estatísticas dos times.

Mineração de dados – Objetivos
Identificação

- **Padrões de dados** podem ser usados para se **identificar** a existência de um item, um evento ou uma atividade;
- Exemplos:
  - ✓ **Intrusos tentando quebrar um sistema podem ser identificados pelos programas executados, arquivos acessados e tempo de CPU por sessão;**
  - ✓ Em aplicações biológicas, a existência de um gene pode ser identificada por certas sequências de **DNA**;



Mineração de dados – Objetivos
Classificação

- A mineração de dados pode **particionar** os dados de modo que diferentes classes ou categorias possam ser identificadas com base em combinações de parâmetros.

- Faz sentido analisar os relacionamentos dentre e entre categorias como problemas separados;

- Essa categorização pode servir para codificar os dados corretamente antes de submetê-los a mais mineração de dados;

- Exemplo:

  - ✓ **Clientes em supermercados podem ser categorizados em compradores que buscam desconto, compradores fiéis a uma determina marca ou ainda compradores eventuais;**

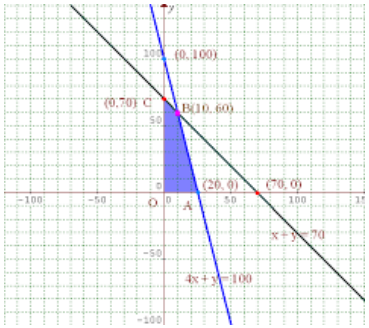
I AM NIKON Panasonic Canon

Mineração de dados – Objetivos
Otimização

- Um objetivo relevante da Mineração de Dados pode ser **otimizar** o uso de recursos limitados, como tempo, espaço, dinheiro ou materiais e maximizar variáveis de saída como vendas ou lucros sob determinado conjunto de restrições;

- Como tal, esse objetivo da Mineração de Dados é semelhante aos problemas de **Pesquisa Operacional**;

- A **Pesquisa Operacional** é um ramo da Matemática Aplicada que faz uso de modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos para ajuda à tomada de decisão. Trata da aplicação da ciência à solução de problemas gerenciais e administrativos.



Tipos de Conhecimentos descobertos pela Mineração de Dados

- A mineração de dados enfoca o **Conhecimento Indutivo**, que descobre **novas regras** e **padrões** com base nos **dados fornecidos**;
- É comum descrever-se o conhecimento descoberto durante a Mineração de Dados por:
  - ✓ **Regras de Associação;**
  - ✓ **Hierarquias de Classificação;**
  - ✓ **Padrões Sequenciais;**
  - ✓ **Padrões dentro de séries temporais;**
  - ✓ **Agrupamento.**

Regras de Associação

- É uma das técnicas mais conhecidas de mineração de dados, devido ao problema da Análise da Cesta de Compras.
- Consiste em identificar o relacionamento dos itens mais frequentes em um determinado conjunto de dados, e permite obter resultados do tipo: **SE** compra **leite** e **pão TAMBÉM** compra **manteiga**.
- Exemplo:
  - ✓ **Quando uma compradora compra bolsa, ela provavelmente compra sapatos;**
  - ✓ **Uma imagem de raio X contendo características a e b provavelmente também exibirá a característica c;**

Regra 1: SE *idade* = *jovem* AND *estudante* = *não* ENTÃO *compra computadores* = *não*
Regra 2: SE *idade* = *jovem* AND *estudante* = *sim* ENTÃO *compra computadores* = *sim*
Regra 3: SE *idade* = *média* ENTÃO *compra computadores* = *sim*
Regra 4: SE *idade* = *adulto* AND *avaliação de crédito* = *excelente* ENTÃO *compra computadores* = *sim*
Regra 5: SE *idade* = *adulto* AND *avaliação de crédito* = *ruim* ENTÃO *compra computadores* = *não*

Regras de Associação

- É uma das técnicas mais conhecidas de mineração de dados, devido ao problema da Análise da Cesta de Compras.
- Consiste em identificar o relacionamento dos itens mais frequentes em um determinado conjunto de dados, e permite obter resultados do tipo: **SE** compra **leite** e **pão TAMBÉM** compra **manteiga**.
- Exemplo:
  - ✓ **Quando uma compradora compra bolsa, ela provavelmente compra sapatos;**
  - ✓ **Uma imagem de raio X contendo características a e b provavelmente também exibirá a característica c;**

Regra 1: SE *idade* = *jovem* AND *estudante* = *não* ENTÃO *compra computadores* = *não*
Regra 2: SE *idade* = *jovem* AND *estudante* = *sim* ENTÃO *compra computadores* = *sim*
Regra 3: SE *idade* = *média* ENTÃO *compra computadores* = *sim*
Regra 4: SE *idade* = *adulto* AND *avaliação de crédito* = *excelente* ENTÃO *compra computadores* = *sim*
Regra 5: SE *idade* = *adulto* AND *avaliação de crédito* = *ruim* ENTÃO *compra computadores* = *não*

Regras de Associação
Problema da Análise da Cesta de Compras.

- Para ilustrar a técnica de Mineração de Dados – **Regras de Associação**, considere um banco de dados com uma coleção de transações relativas aos dados de cesta de mercado;
- A cesta de mercado corresponde aos **conjuntos** de **itens** que um consumidor compra em um supermercado durante uma visita;
- Considere quatro **transações** em uma amostra aleatória, conforme figura abaixo:

Id_transação	Hora	Itens_comprados
101	6:35	leite, pão, biscoito, suco
792	7:38	leite, suco
1130	8:05	leite, ovos
1735	8:40	pão, biscoito, café

Regras de Associação
Problema da Análise da Cesta de Compras.

- Uma regra de associação tem a forma **X** => **Y**, onde **X** = { x_1, x_2, ... , x_n } e **Y** = { y_1, y_2, ..., y_n} são conjuntos de itens;
- Essa associação indica que, se um cliente compra **X**, ele também **provavelmente** comprará **Y**;
- Em geral, qualquer regra de associação tem a forma **LHS** => **RHS**, onde **LHS** é o conjunto de itens do lado esquerdo (Left Hand Side) e **RHS** é o conjunto de itens do lado direito (Right Hand Side);
- O conjunto LHS U RHS é chamado **itemset**, o conjunto dos itens comprados pelos clientes;
- Exemplo: **X** = { leite } **Y** = { suco }

Id_transação	Hora	Itens_comprados
101	6:35	leite, pão, biscoito, suco
792	7:38	leite, suco
1130	8:05	leite, ovos
1735	8:40	pão, biscoito, café

Suporte para uma Regra de Associação

- O **suporte** para uma regra de associação **LHS => RHS** se refere à frequência de vezes com que um itemset específico ocorre no banco de dados;
- Ou seja, o **suporte** é o percentual de transações que contêm o itemset considerado;
- Se o **suporte** for baixo, isso implica que não existe uma evidência forte de que os itens ocorrem juntos, pois ocorrem em apenas uma fração das transações;
- Suporte para uma regra também é conhecido por **prevalência** da regra;
- Exemplo: a) Suporte de **leite => suco** é de **50**%

  b) Suporte de **pão => suco** é de **25**%

Id_transação	Hora	Itens_comprados
101	6:35	leite, pão, biscoito, suco
792	7:38	leite, suco
1130	8:05	leite, ovos
1735	8:40	pão, biscoito, café

Confiança para uma Regra de Associação

- A **confiança** para uma regra de associação **LHS => RHS** é definida por:

  Suporte (LHS U RHS) / Suporte (LHS)

- Pode-se pensar na confiança como sendo a probabilidade de que os itens no RHS sejam comprados, **dado** que os itens no LSH foram comprados;

- Outro termo para confiança de regra de associação é **força da regra**;

- Exemplos:

  a) confiança de **leite => suco = 2/3 (67%),** significando que, das **três** transações em que ocorre leite, **duas** contêm suco;

  b) confiança de **pão => suco = 1/2 (50%),** significando que, das **duas** transações em que ocorre pão, **uma** contém suco.

Id_transação	Hora	Itens_comprados
101	6:35	leite, pão, biscoito, suco
792	7:38	leite, suco
1130	8:05	leite, ovos
1735	8:40	pão, biscoito, café

Qual a relação entre Suporte e Confiança?

Relação entre Suporte e Confiança

- **Suporte** e **confiança** necessariamente não andam lado a lado;
- O objetivo da mineração de regras de associação, então, é gerar todas as regras possíveis que excedam alguns patamares mínimos de **Suporte** e **Confiança** especificados pelo usuário;
- Existem alguns algoritmos para a geração de regras de associação, destacando-se o Algoritmo de **Apriori** (**IBM**, Agrawal Ramakrishnan Srikant, 1993).

Suporte e Confiança Mínimos

- **Suporte** Mínimo: É a frequência mínimo que um item deve ter para que seja considerado frequente; (**Minimum Support**)

- **Confiança** Mínima: É a confiança mínima que um item precisa ter para que seja considerado confiável. (**Minimum Confidence**)

Regras Fortes (Strong Rules)

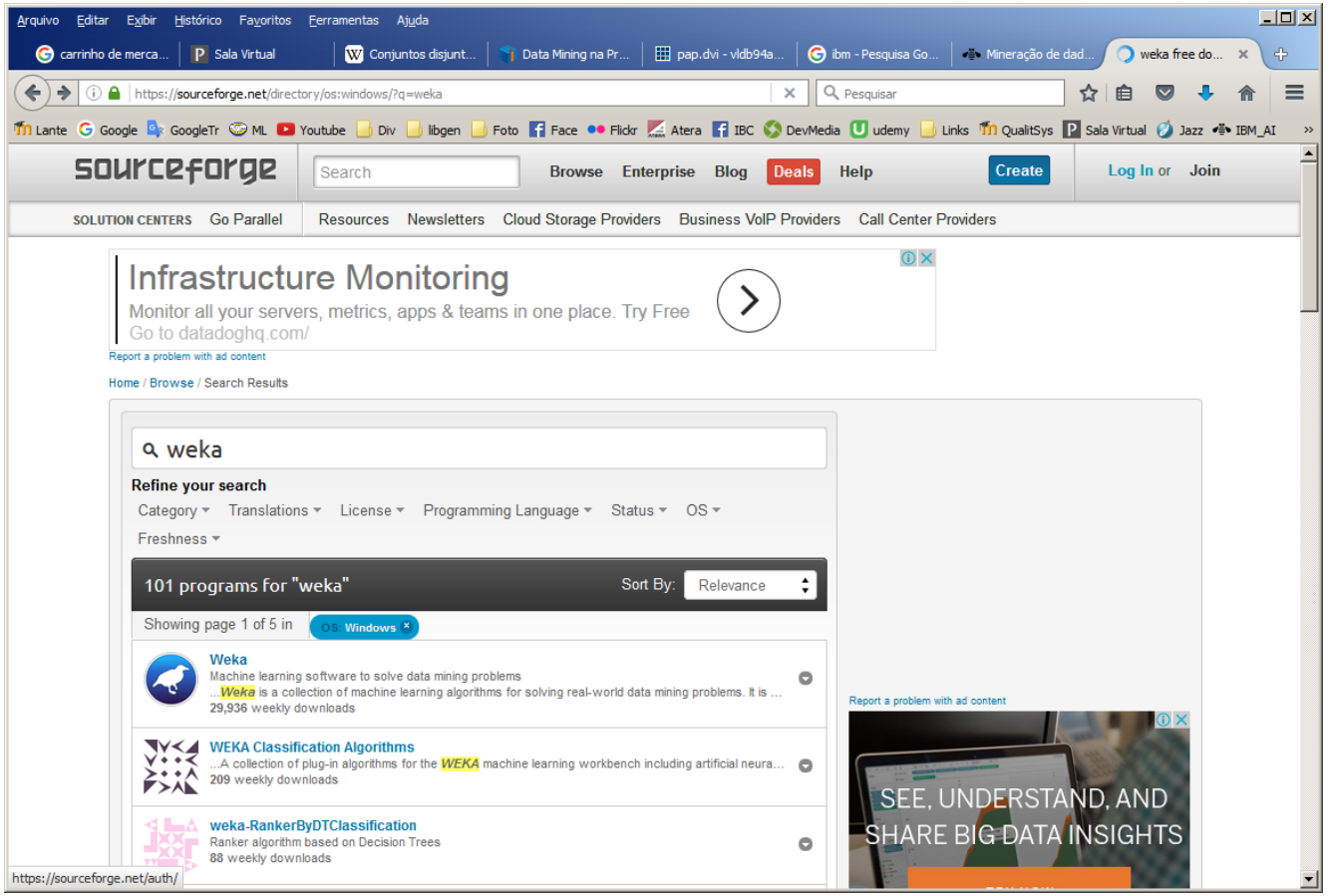
- São aquelas que atingem o **mínimo** de **suporte** e o **mínimo** de **confiança**;

Algoritmo de Apriori

- Implementado em diversas ferramentas de **Data Mining** (mineração de dados), como o **Weka**;
- O algoritmo recebe como argumento um conjunto de transações **T**, o valor percentual **S** como o **Suporte** e um valor percentual **C** para a **confiança**.
- O algoritmo gera um conjunto de regras no formato **A => B [Suporte, confiança],** onde o conjunto **A** é chamado de antecedente da regra e o conjunto **B** é chamado de consequente.
- Cada regra gerada deve ser seu **Suporte** e sua **confiança** **maior ou igual** ao **Suporte** e **Confiança** **mínimo** passado para o algoritmo, respectivamente;
- Necessita de várias interações com o Banco de Dados, mas é relativamente fácil de ser implementado.

WEKA

- Disponível em **https://sourceforge.net/directory/os:windows/?q=weka**



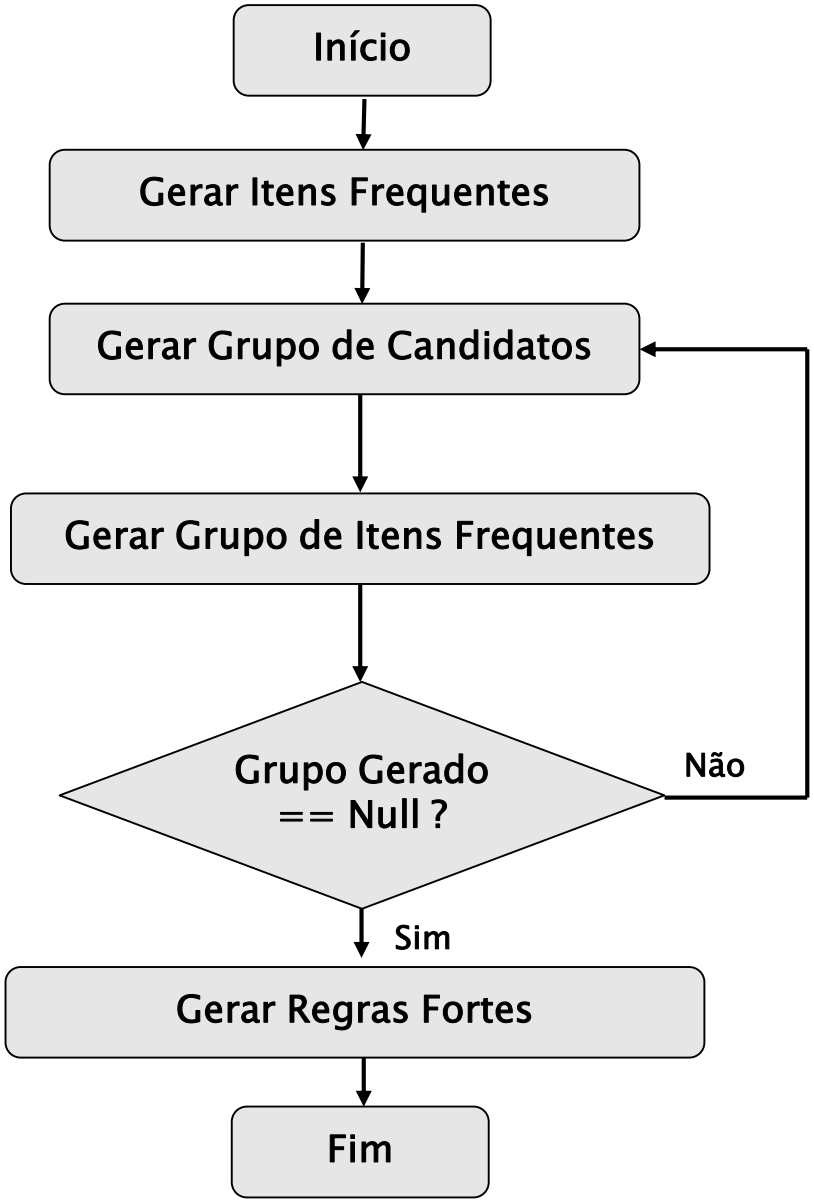
WEKA

- **WEKA** é um produto da Universidade de Waikato (Nova Zelândia) – 1997;
- GNU General Public License (GPL);
- Escrito na linguagem **Java**™;
- Contém uma **GUI** para interagir com arquivos de dados e produzir resultados visuais.

Algoritmo de Apriori

- O algoritmo APRIORI é dividido em duas partes;
- O algoritmo recebe como argumento um conjunto de transações **T**, o valor percentual **S** como o **Suporte** e um valor percentual **C** para a **Confiança**;
- Na primeira parte são selecionados todos os subconjuntos de **T** que podem ser utilizados em alguma regra, ou seja, que contenham o **Suporte** acima do Suporte mínimo **S**;
- A segunda parte do algoritmo faz a geração das regras a partir dos subconjuntos gerados na primeira parte, sendo que estas regras devem ter uma confiança maior que a **Confiança** mínima **C**.

Algoritmo de Apriori



Algoritmo de Apriori
Exemplo - Motivação

- Descobrir o **comportamento** dos consumidores em um mercado;
- **Organizar** as prateleiras de modo a deixar **os produtos relacionados mais próximos** e assim, **maximizar** as vendas.

Exemplo

Banco de Dados	
Itens de Compra	**ID**
Leite, Pão, Bolacha, Suco	1
Leite, Suco	2
Leite, Ovos	3
Pão, Bolacha, Café	4

Suporte Mínimo	Confiança Mínima
50%	75%

Algoritmo de Apriori – Primeira Etapa

- Gerar a tabela de Candidatos com suas frequências (Suporte)

Banco de Dados	
Itens de Compra	**ID**
Leite, Pão, Bolacha, Suco	1
Leite, Suco	2
Leite, Ovos	3
Pão, Bolacha, Café	4

Suporte Mínimo
50%

Confiança Mínima
75%

Algoritmo de Apriori – Primeira Etapa

- Gerar a tabela de Candidatos com suas frequências (Suporte)

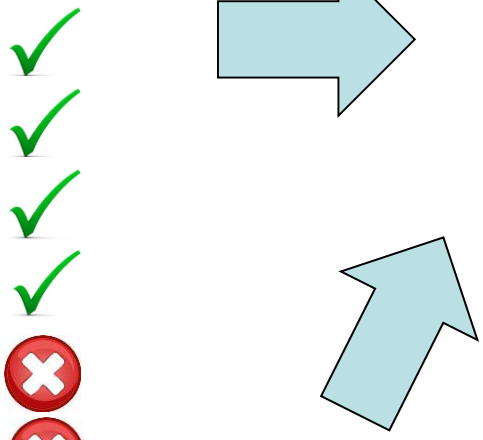
Banco de Dados	
Itens de Compra	**ID**
Leite, Pão, Bolacha, Suco	1
Leite, Suco	2
Leite, Ovos	3
Pão, Bolacha, Café	4

Candidatos	
Frequência	Item
¾ = 75%	Leite
2/4 = 50%	Pão
2/4 = 50%	Bolacha
2/4 = 50%	Suco
¼ = 25%	Ovos
¼ = 25%	Café

Algoritmo de Apriori – Segunda Etapa

- Gerar a tabela com itens frequentes (Análise do Suporte)

Candidatos	
Frequência	Item
¾ = 75%	Leite
2/4 = 50%	Pão
2/4 = 50%	Bolacha
2/4 = 50%	Suco
¼ = 25%	Ovos
¼ = 25%	Café



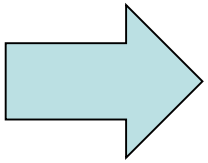
Frequentes	
Frequência	Item
¾ = 75%	Leite
2/4 = 50%	Pão
2/4 = 50%	Bolacha
2/4 = 50%	Suco

Suporte Mínimo
50%

Algoritmo de Apriori – Terceira Etapa

- Gerar a tabela de candidatos a partir da combinação dos itens frequentes e calcular suas respectivas frequências (Suporte);

Frequentes	
Frequência	Item
¾ = 75%	Leite
2/4 = 50%	Pão
2/4 = 50%	Bolacha
2/4 = 50%	Suco



Candidatos	
Frequência	Item
1/4 = 25%	Leite,Pão
1/4 = 25%	Leite,Bolacha
2/4 = 50%	Leite,Suco
2/4 = 50%	Pão, Bolacha
¼ = 25%	Pão, Suco
¼ = 25%	Bolacha, Suco

Banco de Dados	
Itens de Compra	ID
Leite, Pão, Bolacha, Suco	1
Leite, Suco	2
Leite, Ovos	3
Pão, Bolacha, Café	4

Algoritmo de Apriori – Quarta Etapa

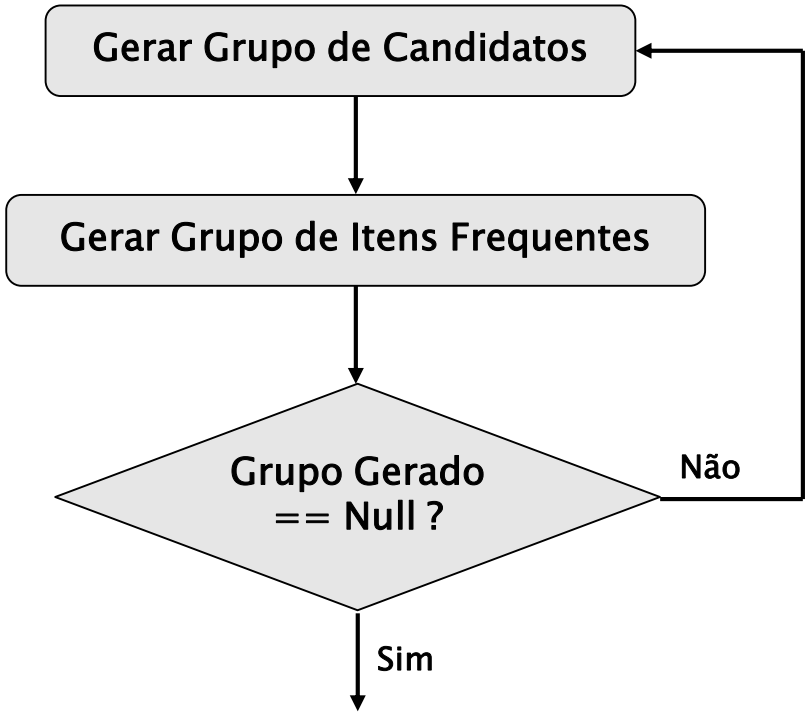
- Gerar tabela de grupos de itens frequentes;

Candidatos	
Frequência	Item
1/4 = 25%	Leite,Pão
1/4 = 25%	Leite,Bolacha
2/4 = 50%	Leite,Suco
2/4 = 50%	Pão, Bolacha
¼ = 25%	Pão, Suco
¼ = 25%	Bolacha, Suco

Frequentes	
Frequência	Item
2/4 = 50%	Leite,Suco
2/4 = 50%	Pão, Bolacha

Suporte Mínimo
50%

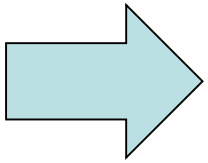
Algoritmo de Apriori



Algoritmo de Apriori – Terceira Etapa

- Gerar tabela de candidatos a partir da combinação dos itens frequentes e calcular suas respectivas frequências (suporte);

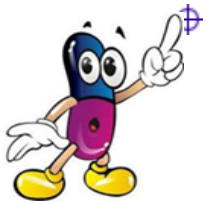
Frequentes	
Frequência	Item
2/4 = 50%	Leite,Suco
2/4 = 50%	Pão, Bolacha



Candidatos	
Frequência	Item
1/4 = 25%	Leite, Suco e Pão
1/4 = 25%	Leite, Suco e Bolacha
1/4 = 25%	Pão, Bolacha e Leite
1/4 = 25 %	Pão, Bolacha e Suco

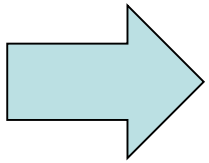
Banco de Dados	
Itens de Compra	ID
Leite, Pão, Bolacha, Suco	1
Leite, Suco	2
Leite, Ovos	3
Pão, Bolacha, Café	4

Algoritmo de Apriori – Quarta Etapa

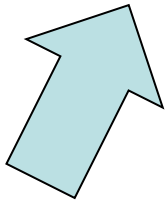


Gerar tabela de grupo de itens frequentes;

Candidatos	
Frequência	Item
1/4 = 25%	Leite, Suco e Pão
1/4 = 25%	Leite, Suco e Bolacha
1/4 = 25%	Pão, Bolacha e Leite
1/4 = 25 %	Pão, Bolacha e Suco

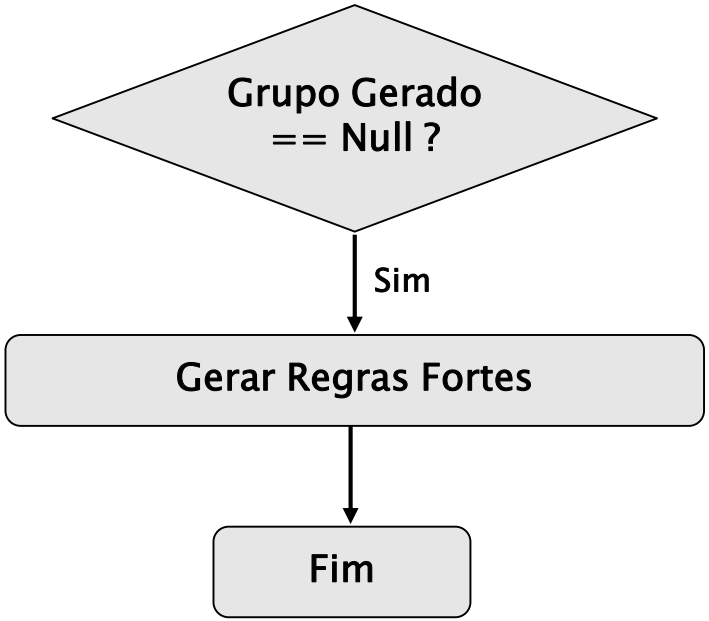


Frequentes	
Frequência	Item



Suporte Mínimo
50%

Algoritmo de Apriori



Algoritmo de Apriori – Quinta Etapa

- A partir do **último grupo** de itens frequentes, calcular suas respectivas confianças;

Confiança
A => B É o número de tuplas que contem A e B dividido pelo número de tuplas que contém A

Banco de Dados	
Itens de Compra	**ID**
Leite, Pão, Bolacha, Suco	1
Leite, Suco	2
Leite, Ovos	3
Pão, Bolacha, Café	4

Frequentes	
Frequência	Item
2/4 = 50%	**Leite,Suco**
2/4 = 50%	**Pão, Bolacha**

Combinações	Suporte	Confiança
Leite => Suco	50%	2/3 = 67%
Suco => Leite	50%	2/2 = 100%
Pão => Bolacha	50%	2/2 = 100%
Bolacha => Pão	50%	2/2 = 100%

Algoritmo de Apriori – Sexta Etapa

- Verificar Regras Fortes;

Regras Fortes

São as regras que atingirem o suporte e a confiança **mínimas;**

Combinações	Suporte	Confiança	
Leite => Suco	50%	2/3 = 67%	✗
Suco => Leite	50%	2/2 = 100%	✓
Pão => Bolacha	50%	2/2 = 100%	✓
Bolacha => Pão	50%	2/2 = 100%	✓

Suporte Mínimo
50%

Confiança Mínima
75%

Algoritmo de Apriori – Sexta Etapa

Combinações	Suporte	Confiança
Suco => Leite	50%	2/2 = 100%
Pão => Bolacha	50%	2/2 = 100%
Bolacha => Pão	50%	2/2 = 100%

- Então, a partir da tabela resultante:

- ✓ Quem compra **SUCO**, compra **LEITE**;
- ✓ Quem compra **PÃO**, compra **BOLACHA**;
- ✓ Quem compra **BOLACHA**, compra **PÃO**.