

Sistemas de Informação

# **Bando de Dados 1**

Prof. Dr. Ronaldo Castro de Oliveira

[ronaldo.co@ufu.br](mailto:ronaldo.co@ufu.br)

FACOM

# Dependência Funcional e Normalização

---

# Qualidade do Projeto Lógico

- Como avaliar a qualidade do esquema da relação?
    - Semântica;
    - Implementação/desempenho.
  - Análise informal:
    - *Princípios* para um bom projeto.
  - Análise formal:
    - Dependência funcional;
    - Normalização.
-

---

# Qualidade do Projeto Lógico ...

- **Análise Informal (princípios):**
    - Semântica de atributos;
    - Redução de redundância em tuplas:
      - prevenção de anomalias de inserção;
      - prevenção de anomalias de remoção;
      - prevenção de anomalias de alteração.
    - Redução de valores nulos;
    - Prevenção de geração de tuplas espúrias (ilegítimas).
-

---

## Exemplo:

- **Emp\_Dept** = { Nome, CPF, DataNasc, End, Dnum, Dnome, DGerCPF }
  - Combina informações de tipos diferentes de entidades;
    - Problema semântico;
  - Redundância em relação às informações armazenadas;
    - Dados do departamento (Dnome e DGerCPF);
  - Inserção:
    - Para inserir um empregado, é necessário cadastrar informações sobre o departamento (ou *nulls*). Tais informações podem gerar dados inconsistentes sobre o departamento.
-

---

# Exemplo...

- ❑ Exclusão:
    - Apagar um empregado pode significar apagar as informações do departamento.
  - ❑ Atualização:
    - Mudar o valor de um atributo de uma tupla de *Emp\_Dept* pode implicar em ter de alterar outros valores correspondentes.
      - ❑ Ex.: mudar *Dnum*.
  - ❑ Valores *null*:
    - Se muitos atributos não se aplicarem a muitas tuplas da relação, poderemos desperdiçar espaço de armazenamento. Ex:
      - ❑ Incluir nº escritório na relação “empregados”, sendo que somente 10% destes possuem de fato um escritório.
-

---

## Qualidade do Projeto Lógico ...

- **Análise Formal:**

- **Dependências Funcionais:**

- Restrições entre atributos:

- Avaliação da qualidade dos esquemas de relação;
        - Garantia de consistência da base de dados.
-

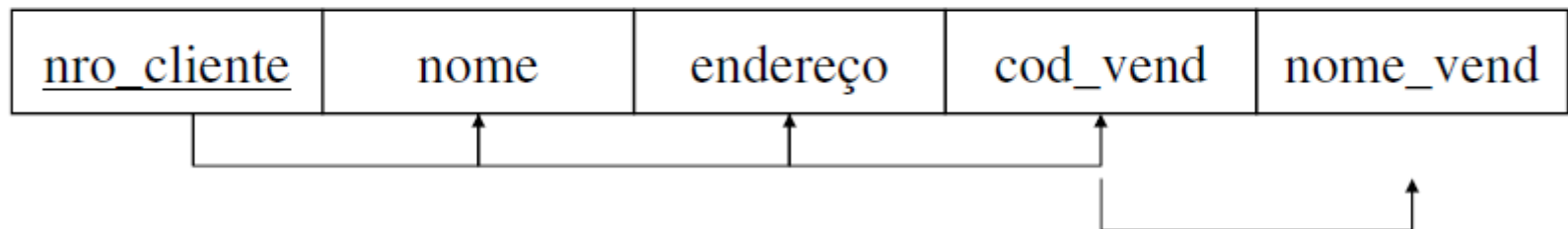
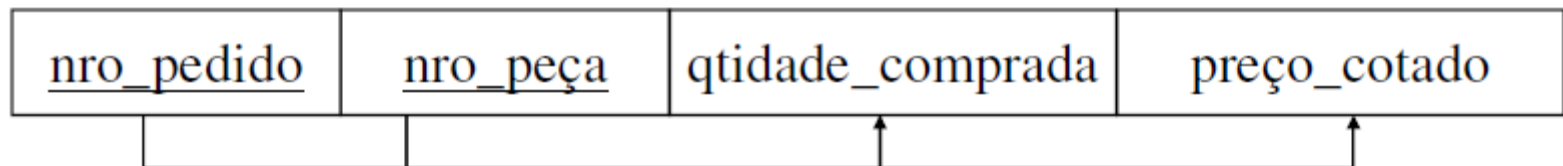
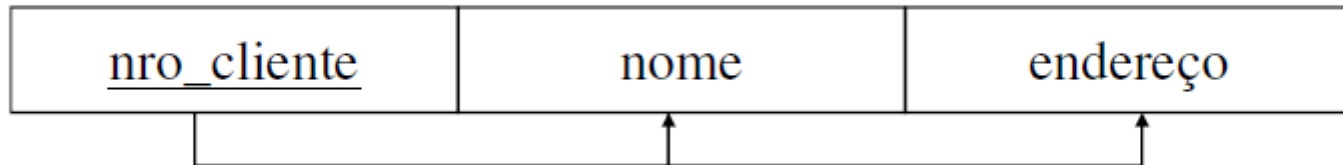
---

# Dependência Funcional (DF)

- É uma restrição entre dois subconjuntos de atributos (**A** e **B**) de  $\mathcal{R}$ , sendo denotada por  $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$ .
  - Especifica uma restrição nas possíveis tuplas de  $\mathbf{R}(\mathcal{R})$ :  
Se  $\mathbf{t}_i[\mathbf{A}] = \mathbf{t}_j[\mathbf{A}]$  então  $\mathbf{t}_i[\mathbf{B}] = \mathbf{t}_j[\mathbf{B}]$  para quaisquer  $i, j$ .
  - Neste caso diz-se que **A** determina funcionalmente **B** (ou alternativamente que **B** depende funcionalmente de **A**).
  - Alguns exemplos:  
 $\{\text{MATR}\} \rightarrow \{\text{Nome, Idade, Curso}\};$   
 $\{\text{Sigla, Sala, Hora}\} \rightarrow \{\text{CódigoTurma, Professor}\}$   
 $\{\text{Sigla}\} \rightarrow \{\text{NomeDisciplina, NCréditos}\}$
-



# Notação Diagramática para DF



---

## Dependência Funcional (DF) ...

- Propriedade semântica, identificada pelo projetista da(o) BDs;
- Pode ser verificada na instância do BDs mas não é definida a partir dela.
  - Exemplo: Seja a relação **Alunos** = {Nome, Curso, Idade} e um de seus possíveis estados:

{ <Mario, Comp., 21>,  
    <Paulo, Eletr., 22>,  
    <Almir, Fisio., 22>,  
    <Marta, Comp., 21>,  
    <Vânia, Eletr., 22> }

---

## Dependência Funcional ...

- A relação **Alunos** atende às seguintes DFs?

- Nome  $\rightarrow$  Curso;
- Nome  $\rightarrow$  Idade;
- Curso  $\rightarrow$  Idade;
- Idade  $\rightarrow$  Curso;

**Alunos:**

<Mario, Comp., 21>,  
<Paulo, Eletr., 22>,  
<Almir, Fisio., 22>,  
<Marta, Comp., 21>,  
<Vânia, Eletr., 22>

---

---

# Dependência Funcional ...

- A relação **Alunos** atende às seguintes DFs?

- Nome  $\rightarrow$  Curso;

- Nome  $\rightarrow$  Idade;

- Curso  $\rightarrow$  Idade;

- Idade  $\rightarrow$  Curso;

**Alunos:**

<Mario, Comp., 21>,

<Paulo, Eletr., 22>,

<Almir, Fisio., 22>,

<Marta, Comp., 21>,

<Vânia, Eletr., 22>

---

# Dependência Funcional ...

Exemplo de identificação de dependências funcionais:

N_funcionário	Nome_Próprio	Apelido	Departamento
1021	Sofia	Reis	900
1022	Afonso	Reis	700
1023	António	Cardoso	900

- Departamento  $\rightarrow$  N\_funcionário ?

Não pois Departamento 900  $\Rightarrow$  {1021,1023}

- N\_funcionário  $\rightarrow$  Departamento ?

Sim pois se se conhecer o N\_funcionário (atributo unívoco) é possível determinar o Departamento (um funcionário só pode pertencer a um departamento)

- Nome\_próprio  $\rightarrow$  N\_funcionário ?

Não pois podem existir funcionários com o mesmo nome  $\Rightarrow$  podem haver múltiplos valores de N\_funcionário para o mesmo Nome\_próprio

- N\_funcionário  $\rightarrow$  Apelido ?

Apesar de dois funcionários terem o mesmo apelido, se se conhecer o N\_funcionário determina-se um só Apelido

$\therefore$  N\_funcionário  $\rightarrow$  todos os restantes atributos

# Dependência Funcional ...

Outro exemplo de identificação de dependências funcionais:

Papelaria	Artigo	Preço
Colmeia	Caneta bic fina	150
Central	Fita cola	300
Aguarela	Borracha	215
Silva	Caneta bic fina	175

- O preço é funcionalmente dependente de artigo ( $\text{Artigo} \rightarrow \text{Preço}$ ) ?

Não; o mesmo artigo pode ter preços distintos em diferentes papelarias

- O preço é funcionalmente dependente de papelaria ( $\text{Papelaria} \rightarrow \text{Preço}$ ) ?

Não; para cada papelaria há tantos valores para Preço quantos os artigos vendidos nessa papelaria.

Preço depende funcionalmente de ambos  $\{\text{Papelaria}, \text{Artigo}\} \rightarrow \text{Preço}$

## Exercícios

1. Dada a relação Cliente (n\_cliente, nome, endereço), as seguintes dependências são corretas?
  - a)  $n\_cliente \rightarrow nome$ ;
  - b)  $n\_cliente \rightarrow endereço$ ;
  - c)  $nome \rightarrow endereço$ ;
  - d)  $endereço \rightarrow nome$ .

## Exercícios

1. Dada a relação Cliente (n\_cliente, nome, endereço), as seguintes dependências são corretas?
  - a)  $n\_cliente \rightarrow nome$ ;
  - b)  $n\_cliente \rightarrow endereço$ ;
  - c)  $nome \rightarrow endereço$ ;
  - d)  $endereço \rightarrow nome$ .



2. Dada a seguinte relação, deseja-se saber se as dependências listadas são verdadeiras:

nro_pedido	nro_peça	qtidade_ comprada	preço_cotado
101	P01	3	30,00
101	P02	4	70,00
102	P01	8	80,00
102	P02	3	20,00

- a)  $\text{nro\_pedido} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$ ;
- b)  $\text{nro\_peça} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$ ;
- c)  $\text{nro\_pedido} \rightarrow \text{preço\_cotado}$ ;
- d)  $\text{nro\_peça} \rightarrow \text{preço\_cotado}$ ;
- e)  $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$ ;
- f)  $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \text{preço\_cotado}$ ;
- g)  $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \{\text{qtidade\_comprada}, \text{preço\_cotado}\}$ .

2. Dada a seguinte relação, deseja-se saber se as dependências listadas são verdadeiras:

nro_pedido	nro_peça	qtidade_ comprada	preço_cotado
101	P01	3	30,00
101	P02	4	70,00
102	P01	8	80,00
102	P02	3	20,00

- a)  $\text{nro\_pedido} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$ ;
- b)  $\text{nro\_peça} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$ ;
- c)  $\text{nro\_pedido} \rightarrow \text{preço\_cotado}$ ;
- d)  $\text{nro\_peça} \rightarrow \text{preço\_cotado}$ ;
- e)  $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \text{qtidade\_comprada}$ ;
- f)  $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \text{preço\_cotado}$ ;
- g)  $\{\text{nro\_pedido}, \text{nro\_peça}\} \rightarrow \{\text{qtidade\_comprada}, \text{preço\_cotado}\}$ .

---

## Dependência Funcional ...

- Controle de consistência:
    - Necessário conhecer todas as dependências funcionais - informação semântica fornecida pelo projetista;
    - Algumas dependências funcionais (DFs) podem ser inferidas a partir de DFs existentes  
 $\Rightarrow$  regras de inferência.
      - Reflexiva, Aumentativa, Decomposição, Aditiva, Transitiva, Pseudo-transitiva
-

---

## Controlando a consistência

- Na construção de um SGBD baseado no modelo relacional:
    - Definição das relações baseada na análise de DFs;
    - Formas normais;
    - Uma relação está em uma determinada *forma normal* quando satisfaz certas propriedades baseadas nas DFs;
    - Colocar uma relação em uma forma normal  $\Rightarrow$  **Normalização**.
-

---

# Normalização

- Normalização de Relações:
    - Baseada nas DFs;
    - Garante consistência na construção do sistema:
      - redução de anomalias.
      - redução de redundância;
  - Formas Normais (FNs) baseadas em DFs:
    - baseadas em chave primária: 2ª FN, 3ª FN;
    - baseadas em chaves candidatas: FN de Boyce-Codd (FNBC ou, em Inglês, BCNF).
  - FN baseada em dependências multivaloradas:
    - 4ª FN.
-

---

## 1ª Forma Normal (1FN)

- $\mathcal{R}$  está na 1FN se:
    - todo valor em  $\mathcal{R}$  for atômico;
      - $\mathcal{R}$  não contém grupos de repetição.
  - Considerações:
    - geralmente considerada parte da definição de  $\mathcal{R}$ ;
    - não permite atributos multivalorados, compostos ou suas combinações.
-

---

## Atributos Multivalorados e Compostos (lembrete)

- Atributos multivalorados:
    - cor do carro;
    - título acadêmico, etc.
  - Atributos compostos:
    - endereço {rua, número, ap.}, etc.
  - *IFN* não permite tais atributos, nem suas combinações.
-

## 1FN...

### ■ Exemplo

□ cliente (nro\_cli, nome, {end\_entrega})

nro_cli	nome	end_entrega
124	João dos Santos	Rua 10, 1024 Rua 24, 1356
311	José Ferreira Neves	Rua 46, 1344 Rua 98, 4456



---

# Métodos para corrigir o problema

## ■ Método 1:

- gerar uma nova relação contendo o grupo de repetição e a chave primária da relação original;
  - determinar a chave primária da nova relação:
    - {chave primária da relação original, chave para o grupo de repetição};
  - abordagem mais genérica e que não causa redundância.
-

---

## Métodos para corrigir o problema ...

### ■ Método 2:

- ❑ remover o grupo de repetição;
- ❑ expandir a chave primária.
- abordagem que causa redundância.

### ■ Método 3:

- ❑ substituir o grupo de repetição pelo número máximo de valores estabelecido para o grupo.
  - abordagem menos genérica e que pode introduzir muitos valores *null*.
-

---

## Métodos para corrigir o problema ...

- Voltando ao caso em estudo:
  - cliente (nro\_cli, nome, {end\_entrega})

### *Corrigindo o problema ...*

- Solução 1:
    - cliente\_nome (nro\_cli, nome);
    - cliente\_entrega (nro\_cli, rua, numero).
  - Solução 2:
    - cliente (nro\_cli, nome, rua, numero).
  - Solução 3:
    - cliente (nro\_cli, nome, rua1, numero1, rua2, numero2).
-

---

## Outros exemplos

Aluno = {Nome, Idade, ~~DataNasc.~~, ~~DataMatricula~~}

Aluno = {Nome, Idade, DiaN, MesN, AnoN, DiaM,  
MesM, AnoM}

Aluno = {MATR, Idade, Disciplinas}

Aluno = { MATR , Idade }

↑

Disciplinas = { MATR, Disciplina }

## 2ª Forma Normal (2FN)

- **Definição.** O esquema de relação  $\mathcal{R}$  está na 2FN se todo atributo não primário\*  $A$  em  $\mathcal{R}$  tem dependência funcional total da chave primária de  $\mathcal{R}$ .

- 1FN;
- “Teste para 2FN”: verificar se atributos do lado esquerdo das DFs fazem parte da chave primária. Exemplos:

Pedido (nro-pedido, data, nro-peça, descrição, qtdade\_comprada, preço\_cotado)

- $\text{nro-pedido} \rightarrow \text{data}$
- $\text{nro-peça} \rightarrow \text{descrição}$
- $\{\text{nro-pedido}, \text{nro-peça}\} \rightarrow \{\text{qtdade\_comprada}, \text{preço\_cotado}\}$

---

\*Atributo é dito *primário* quando é membro de uma chave candidata.

---

## 2FN ...

- Para corrigir o problema:
    - Para cada sub-conjunto de atributos da chave primária, gerar uma relação com esse sub-conjunto como sua chave primária;
    - Incluir os atributos da relação original na relação correspondente à chave primária apropriada:
      - colocar cada atributo junto com a coleção mínima da qual ele depende, atribuindo um nome a cada relação.
  - Levando em conta nosso exemplo anterior:
    - Pedido (nro-pedido, data, nro-peça, descrição, qtdade\_comprada, preço\_cotado)
      - pedido (nro-pedido, data)
      - peça (nro\_peça, descrição)
      - pedido\_peça (nro\_pedido, nro\_peça, qtdade\_comprada, preço\_cotado)
-

---

## 2FN ...

- Outro exemplo:

- DFs identificadas pelo desenvolvedor:

- {Professor, Sigla}  $\rightarrow$  LivroTexto;
    - {NúmeroT, Sigla}  $\rightarrow$  Sala;
    - Sigla  $\rightarrow$  No.Horas;
    - LivroTexto  $\rightarrow$  LivroExerc.

- Ministra={Professor, Sigla, LivroTexto, LivroExerc}

- Está na 2FN, mesmo que LivroTexto  $\rightarrow$  LivroExerc.

- Turma={NúmeroT, Sigla, Sala, No.Horas}

- Viola a 2FN, pois Sigla  $\rightarrow$  No. Horas.

---

---

## 2FN ...

- Corrigindo o problema para atender à 2FN:

- Turma = { NúmeroT, Sigla, Sala, No.Horas };

- { NúmeroT, Sigla } → Sala;

- Sigla → No.Horas;

- Então:

- Turma = { NúmeroT, Sigla, Sala };

- Disciplina = { Sigla, No.Horas }.

- 2FN evita:

- Inconsistência e anomalias causadas por redundância de informação;

- Perda de informação em operações de remoção/alteração na relação.

---



---

## 3ª Forma Normal (3FN)

- **Definição.**  $\mathcal{R}$  está na 3FN se:

- (i) Está na 2FN;
- (ii) Nenhum atributo não primário de  $\mathcal{R}$  for transitivamente dependente da chave primária.

- Dependência transitiva:

- Dependência transitiva  $X \rightarrow Y$  em  $\mathcal{R}$  acontece se:
    - (i)  $X \rightarrow Z$  e  $Z \rightarrow Y$  e;
    - (ii)  $Z$  não for chave candidata nem subconjunto de qualquer chave de  $\mathcal{R}$ .
-

---

## 3FN ...

- Em outras palavras, todos os atributos não primários devem possuir dependência total, não transitiva, da chave primária.
  - Se  $X \rightarrow Y$  é não transitiva, então não pode haver no conjunto de DFs:  $X \rightarrow Z$  e  $Z \rightarrow Y$ .
  - Exemplo:
    - cliente (nro-cliente, nome-cliente, end-cliente, nro-vendedor, nome-vendedor);
      - $\text{nro-vendedor} \rightarrow \text{nome\_vendedor}$ .
-

## 3FN ...

### ■ Corrigindo o problema:

- ❑ Para cada determinante que não é uma chave candidata, remover da relação os atributos que dependem desse determinante;
- ❑ Criar uma nova relação contendo todos os atributos da relação original que dependem desse determinante;
- ❑ Tornar o determinante a chave primária da nova relação.
- ❑ Levando em conta nosso exemplo anterior:
  - cliente (nro-cliente, nome-cliente, end-cliente, nro-vendedor, nome-vendedor):
    - ❑ cliente (nro-cliente, nome-cliente, end-cliente, nro-vendedor);
    - ❑ vendedor (nro-vendedor, nome-vendedor).

Chave  
estrangeira

---

## 3FN ...

- Assim como a 2FN, a 3FN evita:
    - Inconsistência e anomalias causadas por redundância de informações;
    - Perda de informação em operações de remoção/alterações na relação.
-

---

## Definições Gerais de 2FN e 3FN

- Definição de 1FN não é diretamente dependente do conceitos de chaves e de DFs;
  - 2FN e 3FN discutidas até agora desaprovam somente dependências parciais e transitivas em relação à chave primária;
  - Definições gerais levam em conta todas as chaves candidatas de uma relação.
-

---

## Definição geral de 2FN

- $\mathcal{R}$  está na 2FN se cada atributo não primário\* de  $\mathcal{R}$  não for parcialmente dependente de nenhuma chave em  $\mathcal{R}$ .
- Alternativamente:  $\mathcal{R}$  está na 2FN se todo atributo não primário  $A$  de  $\mathcal{R}$  possuir dependência funcional total de cada chave do esquema  $\mathcal{R}$ .

\* Atributo primário é um atributo que faz parte de qualquer chave candidata.

---

---

## Definição geral de 3FN

- Um esquema de relação  $\mathcal{R}$  está na 3FN se para cada dependência funcional  $\mathbf{X} \rightarrow A$ ,  $\mathbf{X}$  é uma superchave de  $\mathcal{R}$  ou  $A$  é um atributo primário de  $\mathcal{R}$
  - Alternativamente, um esquema de relação  $\mathcal{R}$  está na 3FN se todo atributo não primário apresentar ambas as seguintes condições:
    - Ter dependência funcional total para todas as chaves (2FN);
    - Não ser transitivamente dependente de nenhuma chave.
-

---

## Exercícios

Nos exercícios seguintes, normalize as relações de forma que todas as relações resultantes estejam na forma normal mais restrita. Considere a 1FN, a 2FN e a 3FN. Para cada FN:

- ❑ Se necessário, identifique quais as dependências funcionais que se aplicam sobre  $\mathcal{R}$
- ❑ Identifique e justifique se  $\mathcal{R}$  encontra-se ou não na forma normal em questão; e
- ❑ Caso  $\mathcal{R}$  sendo analisada não se encontre na forma normal em questão, normalize-a, especificando as relações originadas.

1) vendedor ( nro\_vend, nome\_vend, {cliente (nro\_cli, nome\_cli)} )

As seguintes dependências funcionais devem ser garantidas na normalização:

- ❑  $\text{nro\_vend} \rightarrow \text{nome\_vend}$ ;
- ❑  $\text{nro\_cli} \rightarrow \text{nome\_cli}$ .

Observação: considere que um vendedor pode atender diversos clientes, e um cliente pode ser atendido por diversos vendedores.

---



---

2) aluno ( nro\_aluno, cod\_depto, nome\_depto, sigla\_depto, cod\_orient, nome\_orient, fone\_orient, cod\_curso )

As seguintes dependências funcionais devem ser garantidas na normalização:

- ❑  $\text{cod\_depto} \rightarrow \{\text{nome\_depto}, \text{sigla\_depto}\};$
- ❑  $\text{cod\_orient} \rightarrow \{\text{nome\_orient}, \text{fone\_orient}\};$
- ❑  $\text{nro\_aluno} \rightarrow \{\text{cod\_depto}, \text{cod\_orient}, \text{cod\_curso}\};$

Observações adicionais:

- ❑ um aluno somente pode estar associado a um departamento;
  - ❑ um aluno cursa apenas um único curso;
  - ❑ um aluno somente pode ser orientado por um único orientador.
-

---

3) aluno ( nro\_aluno, nome\_aluno, { curso (nro\_curso, descrição\_curso, ano\_ingresso, nro\_depto, nome\_depto) })

As seguintes dependências funcionais devem ser garantidas na normalização:

- ❑  $\text{nro\_aluno} \rightarrow \text{nome\_aluno};$
- ❑  $\text{nro\_curso} \rightarrow \text{descrição\_curso};$
- ❑  $\text{nro\_depto} \rightarrow \text{nome\_depto};$
- ❑  $\{\text{nro\_aluno}, \text{nro\_curso}\} \rightarrow \text{ano\_ingresso};$
- ❑  $\text{nro\_curso} \rightarrow \text{nro\_depto}.$

Observações adicionais:

- ❑ um aluno pode cursar mais do que um curso;
  - ❑ um curso somente pode ser oferecido por um único departamento.
-



**OBRIGADO A TODOS**

**DÚVIDAS**

