

Bacharelado em Sistemas de Informação

BANCOS DE DADOS

Aula 7

Modelo Relacional



Modelo Relacional

- ✓ **Modelo Entidade-Relacionamento** = conceitual → não há preocupação com como e onde será a implementação
- ✓ **Modelo Relacional** = físico → transformação dos conceitos presentes no DER em tabelas físicas que serão implementadas em SGBDs relacionais.
- ✓ **SGBDR** = SGBD Relacional → constrói o BD com base no paradigma relacional → tabelas se relacionam por meio de colunas em comum.

Modelo Relacional

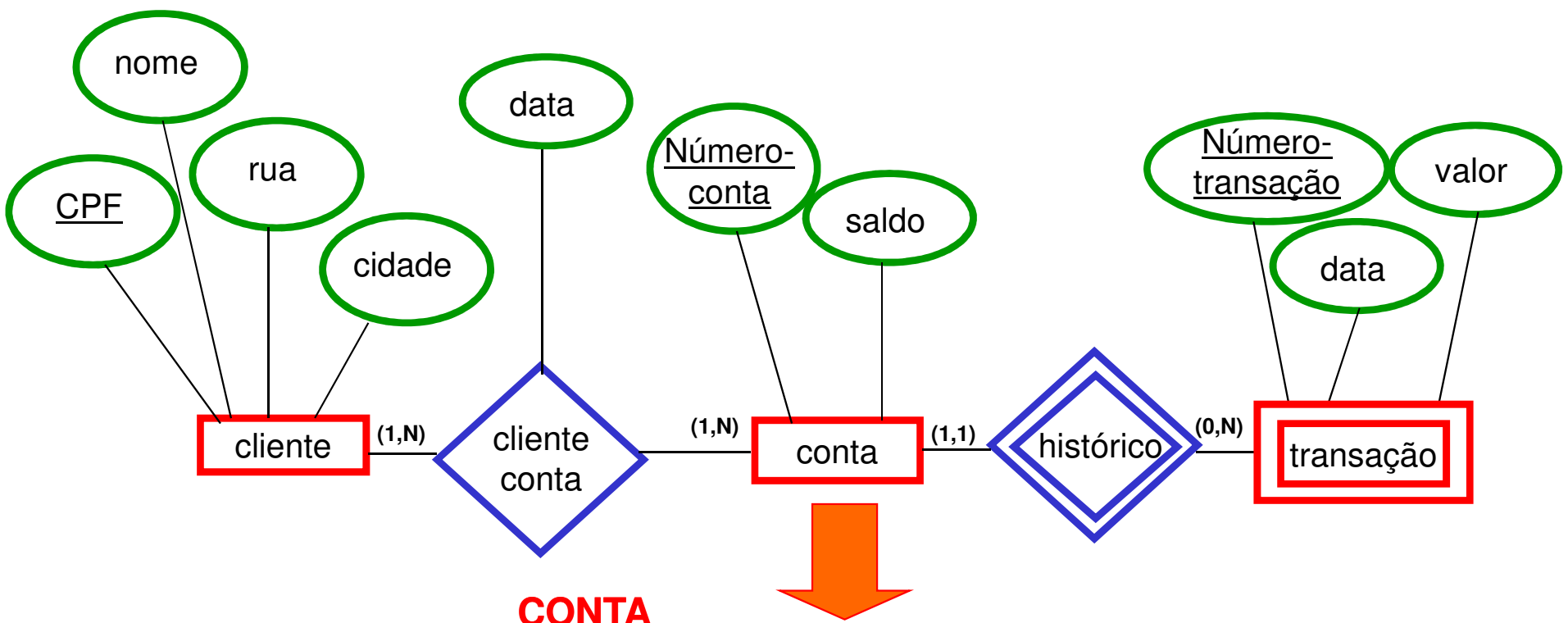
- ✓ Como transformar DER em tabelas para obter o Modelo Relacional (modelo físico)
- ✓ Aspectos conceituais e nomenclaturas do Modelo Relacional resultante

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

- ✓ Conjunto de entidades → tabela com número de colunas = número de atributos.
- ✓ Entidades fortes:
 - Se ***E*** é um conjunto de entidades fortes com atributos ***a₁, a₂, ..., a_n***.
 - ***E*** será representada por uma tabela chamada ***E*** com ***n*** colunas distintas, cada uma correspondendo a um atributo de ***E***.
 - Cada linha da tabela corresponde a uma entidade do conjunto de entidades ***E***.

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

▪ Exemplo:



CONTA

<u>número-conta</u>	saldo
900	678,00
556	458,98
647	561,89
801	654,12



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

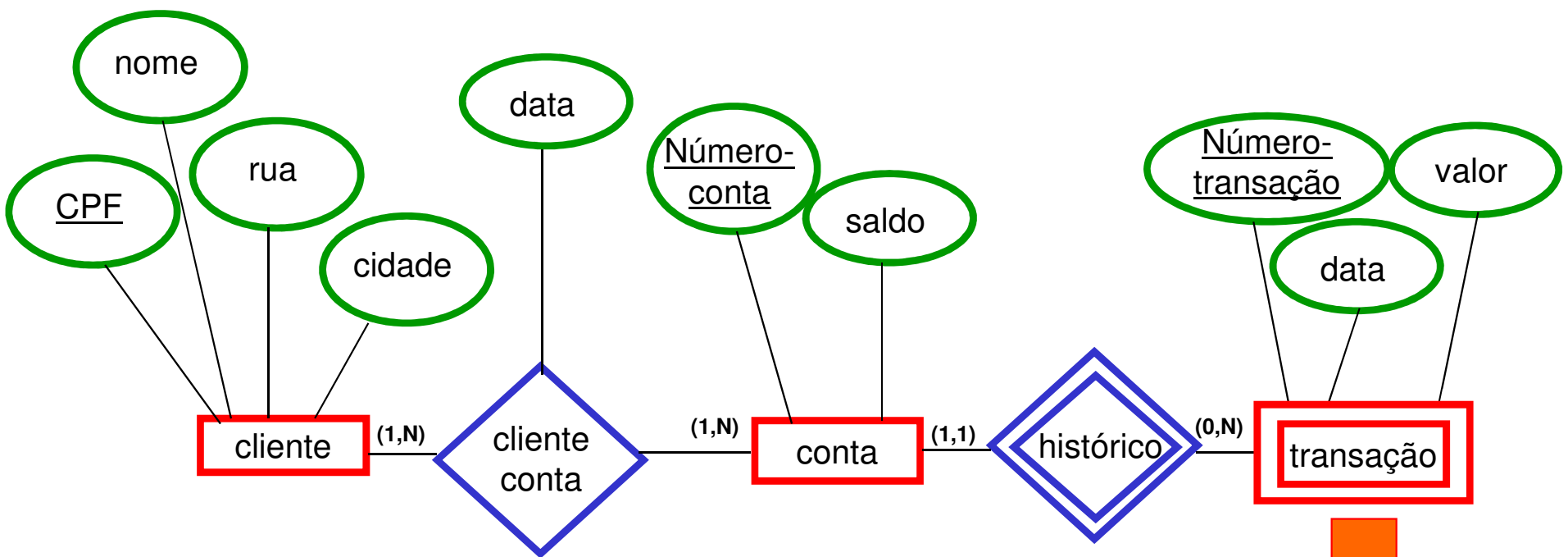
✓ Entidades fracas:

- Se **A** é um conjunto de entidades **fracas** com atributos **a_1, a_2, \dots, a_r**
- Se **B** é um conjunto de entidades **fortes** do qual A é dependente.
- Se a chave primária **B** é constituída de atributos **b_1, b_2, \dots, b_s** .
- **A** será representada por uma tabela chamada **A** com uma coluna para cada tributo do conjunto

$$\{a_1, a_2, \dots, a_r\} \cup \{b_1, b_2, \dots, b_s\}$$

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

Exemplo:



TRANSAÇÃO

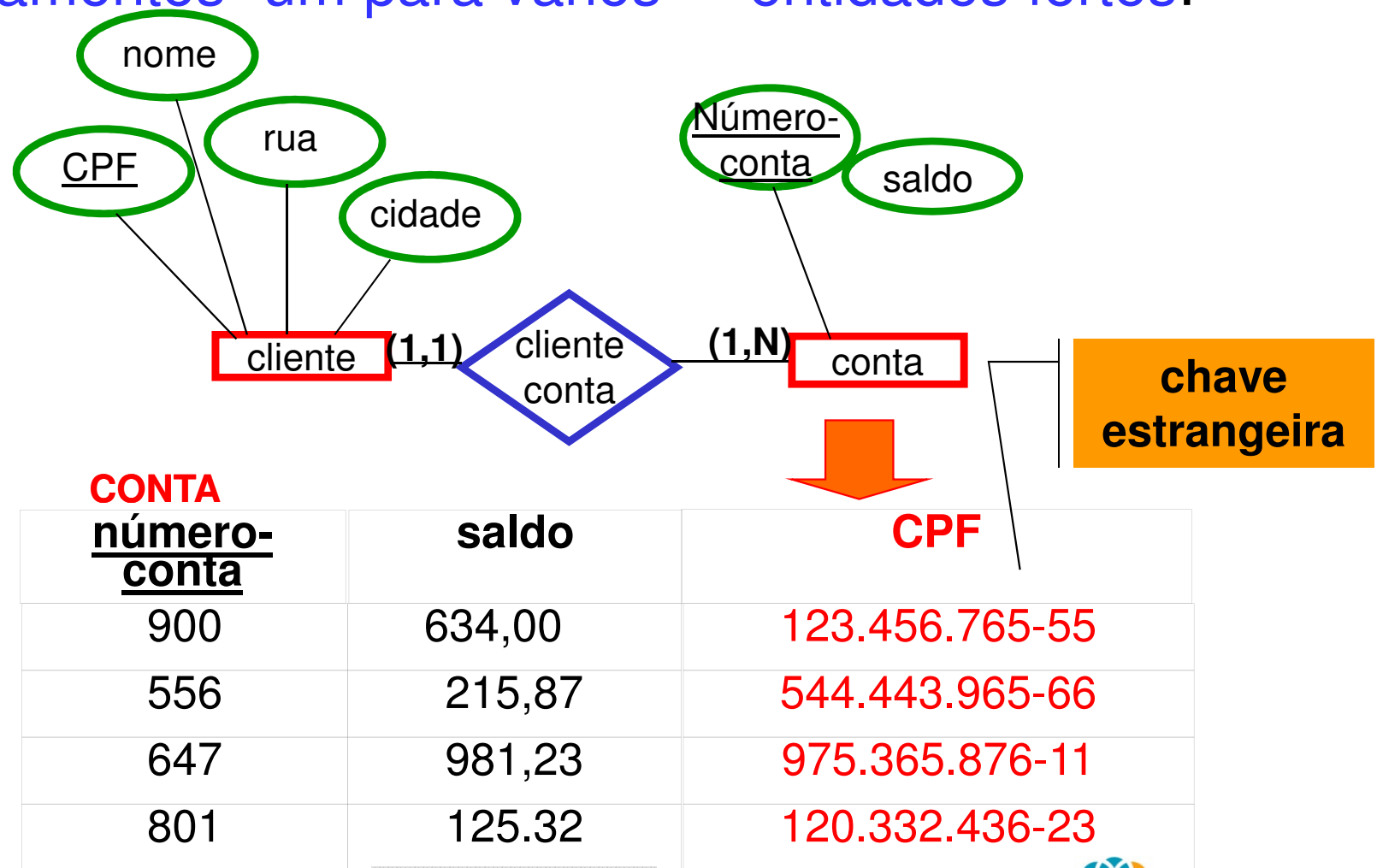
<u>número-conta</u>	<u>número-transação</u>	data	valor
900	1	01/02/1999	78,00
900	2	08/02/2000	45,08
647	1	30/03/2002	16,89
647	2	05/11/2005	4,12

chave primária



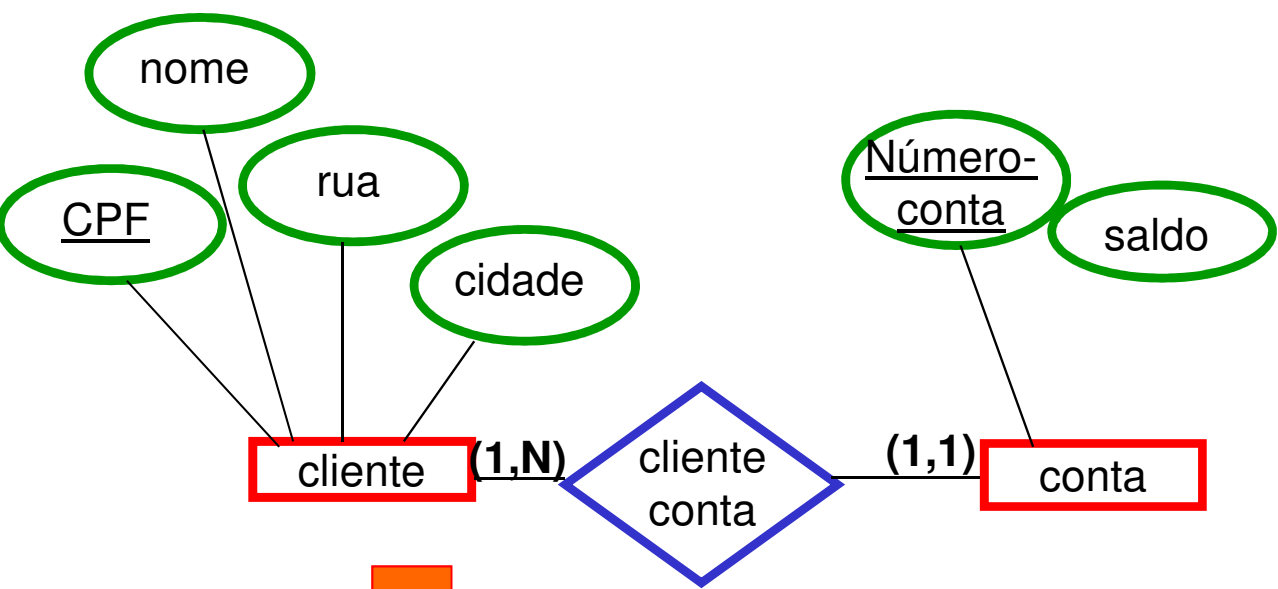
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

- ✓ Conjunto de relacionamentos → depende da cardinalidade máxima e do tipo de entidade.
- ✓ Relacionamentos “um para vários” – entidades fortes:



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Relacionamentos vários para um – entidades fortes:



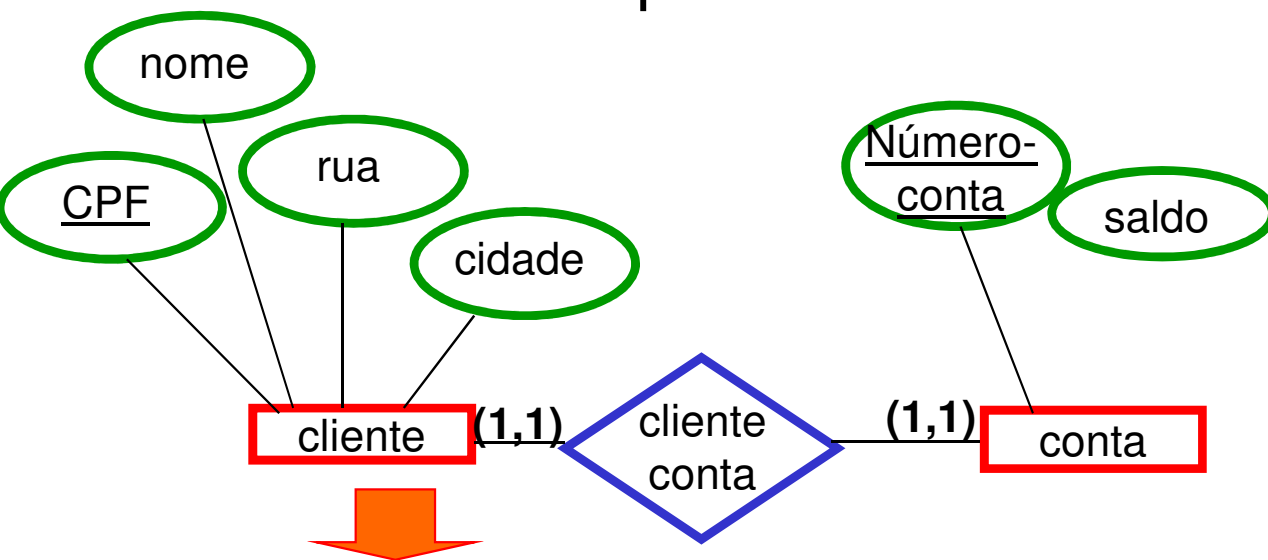
chave estrangeira

<u>CPF</u>	nome	rua	Cidade	número-conta
123.456.765-55	João	Av. Rio Branco 67	Vera Cruz	900
544.443.965-66	José	R. Maria José 89	Ourinhos	556
975.365.876-11	Antonio	Av. das Rosas 987	Marília	647
120.332.436-23	Maria	Av. Tiradentes 43	Marília	801



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

- ✓ Relacionamentos um para um – entidades fortes: escolhe-se a melhor chave para ser chave estrangeira



CLIENTE

<u>CPF</u>	nome	rua	Cidade	número-conta
123.456.765-55	João	Av. Rio Branco 67	Vera Cruz	900
544.443.965-66	José	R. Maria José 89	Ourinhos	556
975.365.876-11	Antonio	Av. das Rosas 987	Marília	647
120.332.436-23	Maria	Av. Tiradentes 43	Marília	801

chave estrangeira



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

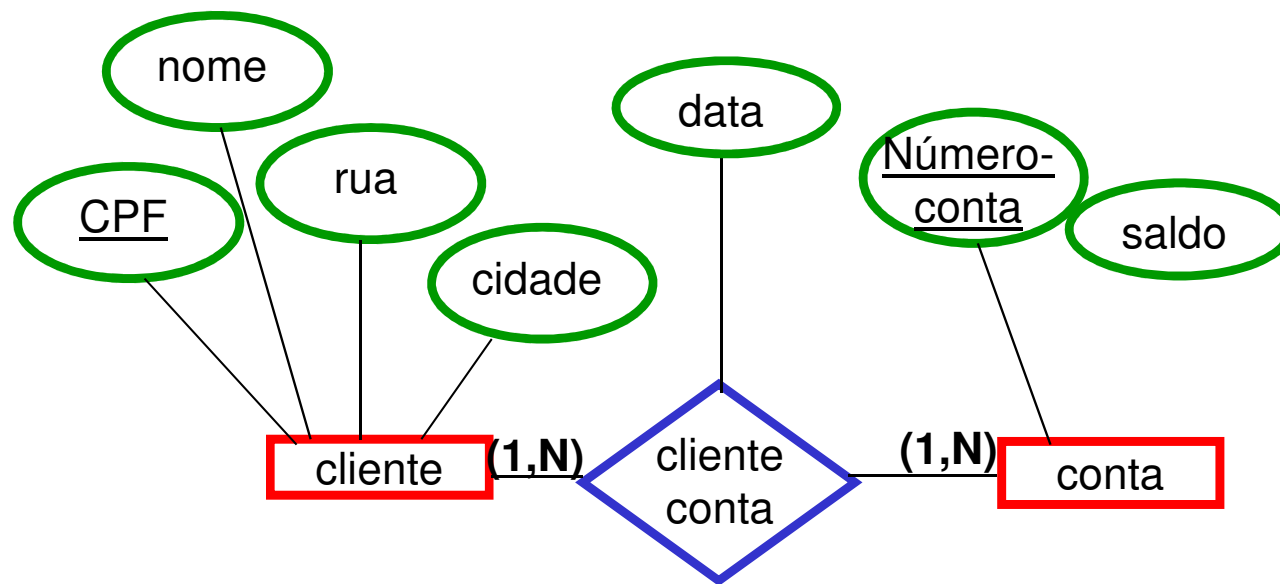
✓ Relacionamentos vários para vários:

- Se **R** é um conjunto de relacionamentos envolvendo os conjuntos de entidades E_1, E_2, \dots, E_n .
- Se (E_i) é o conjunto de atributos que forma a chave primária para o conjunto de entidades E_i .
- Se **R** possui atributos descritivos chamados $\{r_1, r_2, \dots, r_m\}$, **R** será representado por uma tabela com o seguinte conjunto de atributos:

$$\bigcup_{i=1}^n \text{chave primária } (E_i) \cup \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$$



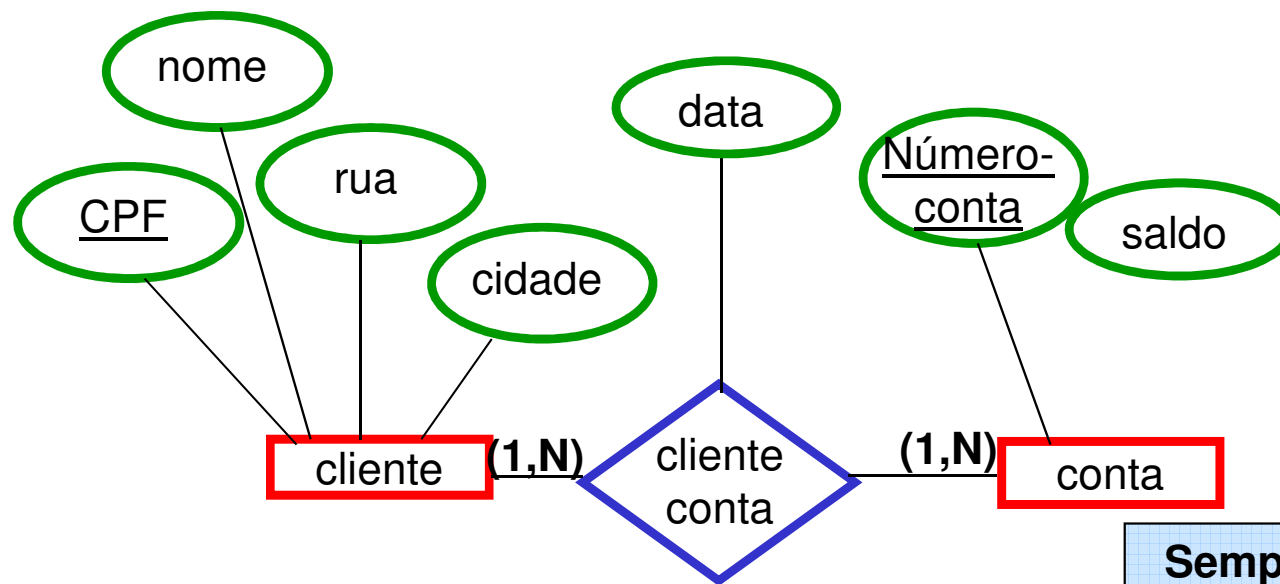
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas



CLIENTECONTA

<u>CPF</u>	<u>número-conta</u>	data
123.456.765-55	900	01/02/99
544.443.965-66	556	08/02/00
975.365.876-11	647	30/03/02
120.332.436-23	801	05/11/99

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas



Sempre é necessário verificar se a chave primária resultante é suficiente para garantir a unicidade de chaves!

CLIENTECONTA

<u>CPF</u>	<u>número-conta</u>	data
123.456.765-55	900	01/02/99
544.443.965-66	556	08/02/00
975.365.876-11	647	30/03/02
120.332.436-23	801	05/11/99

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

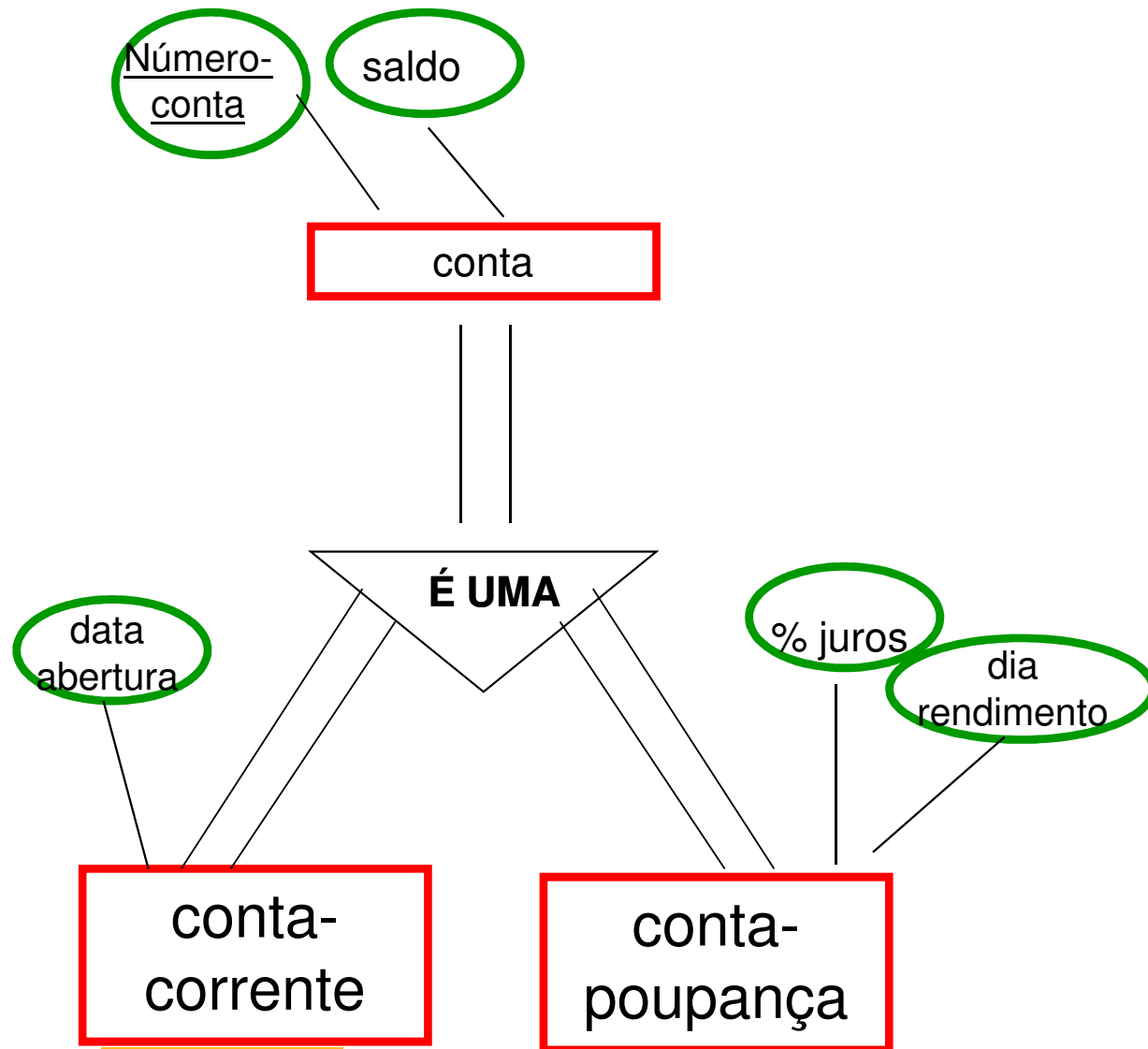
✓ Generalização e Especialização:

- **Trata-se de forma semelhante a relacionamento um-para-um, considerando:**
 - chave primária da entidade superior torna-se a chave primária de todas entidades inferiores
 - Acrescenta-se atributo na tabela resultante da entidade superior para distinguir entidade inferior.



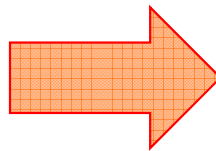
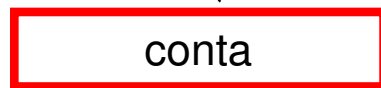
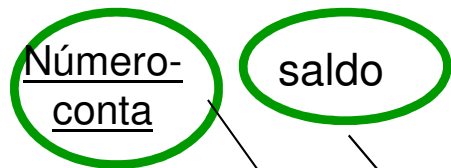
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Generalização e Especialização:



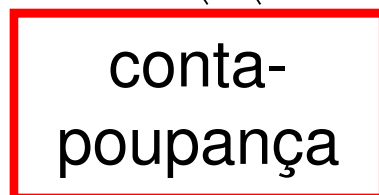
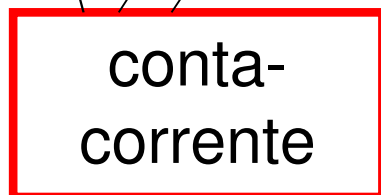
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Generalização e Especialização:



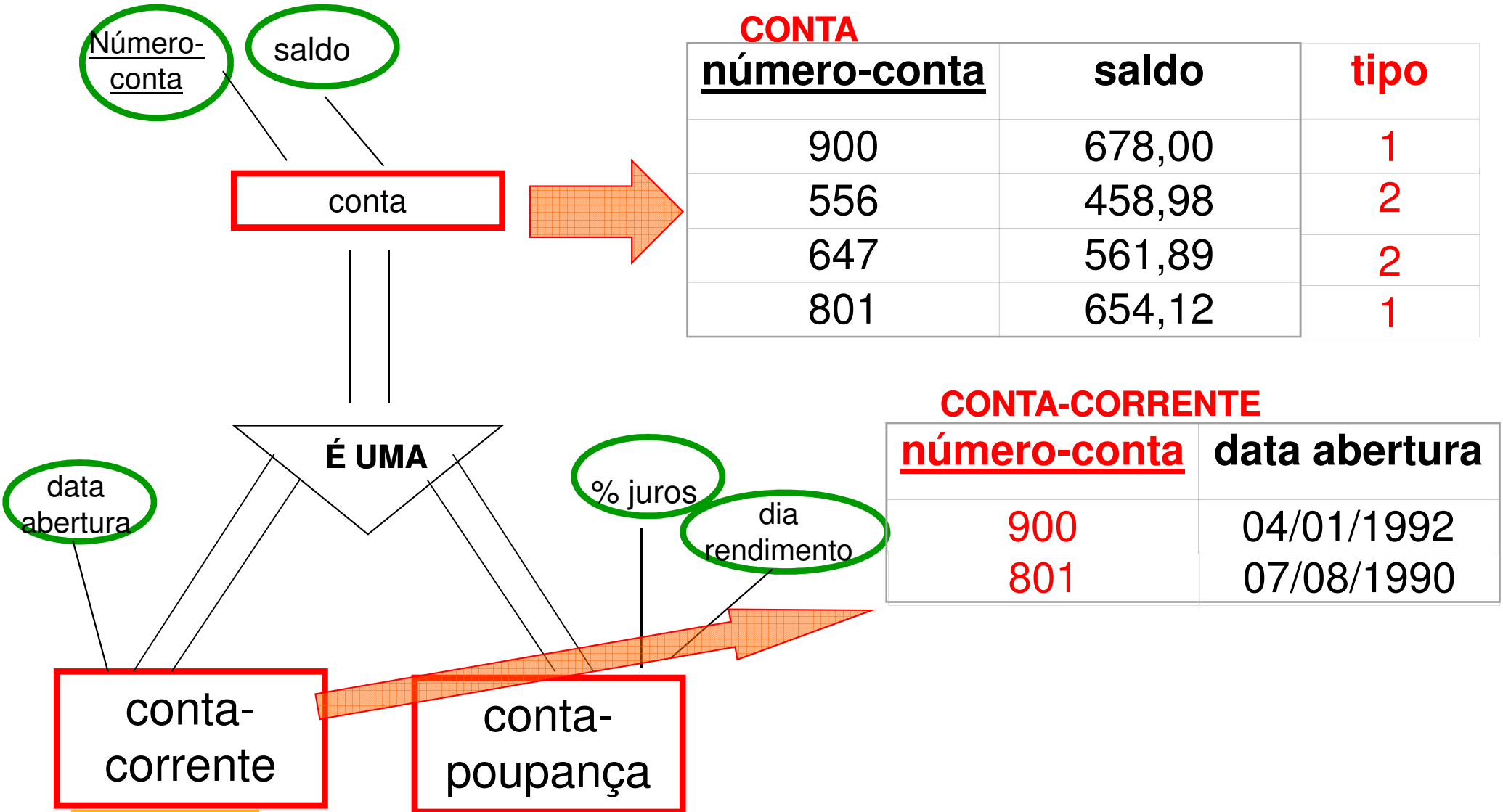
CONTA

<u>número-conta</u>	saldo	tipo
900	678,00	1
556	458,98	2
647	561,89	2
801	654,12	1



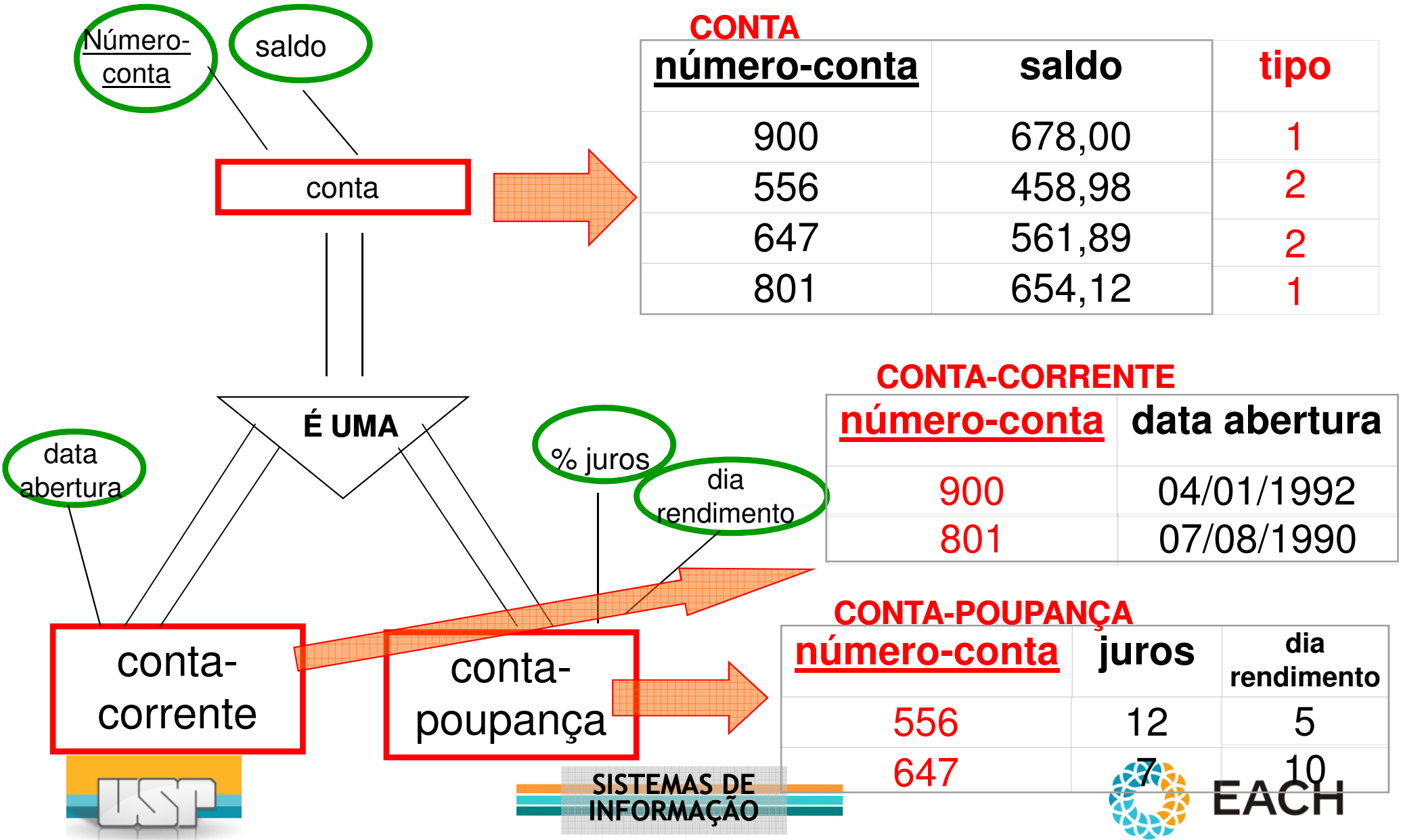
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Generalização e Especialização:



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Generalização e Especialização:



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

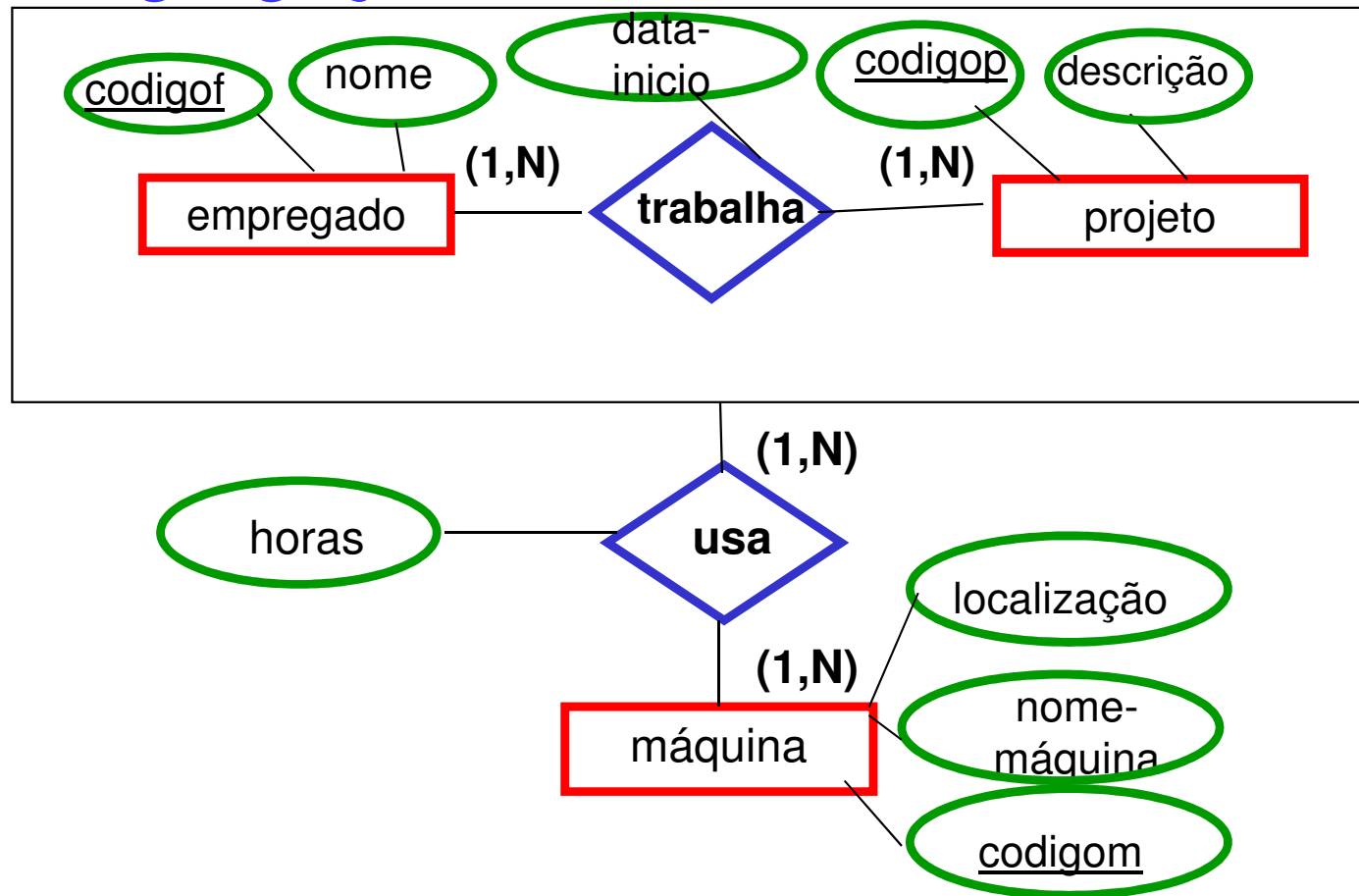
✓ Agregação:

- **A agregação em geral é o resultado de um relacionamento com cardinalidade vários para vários:**
 - o relacionamento é transformado em uma tabela, contendo: chaves primárias dos conjuntos de entidades envolvidos e os atributos descritivos do relacionamento.
- **Se agregação possui cardinalidade 1:N ou 1:1, segue as regras vistas anteriormente.**



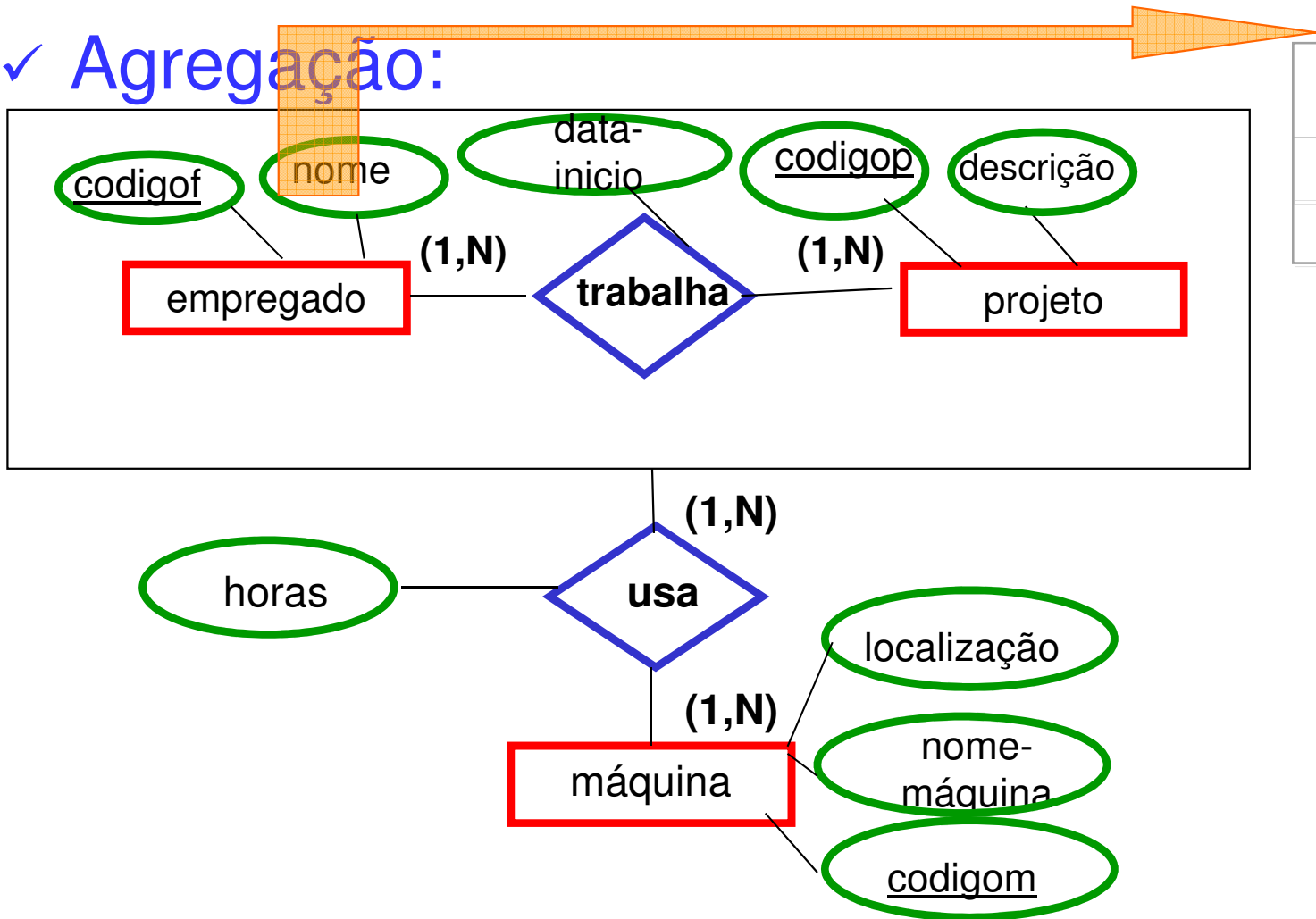
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Agregação:



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

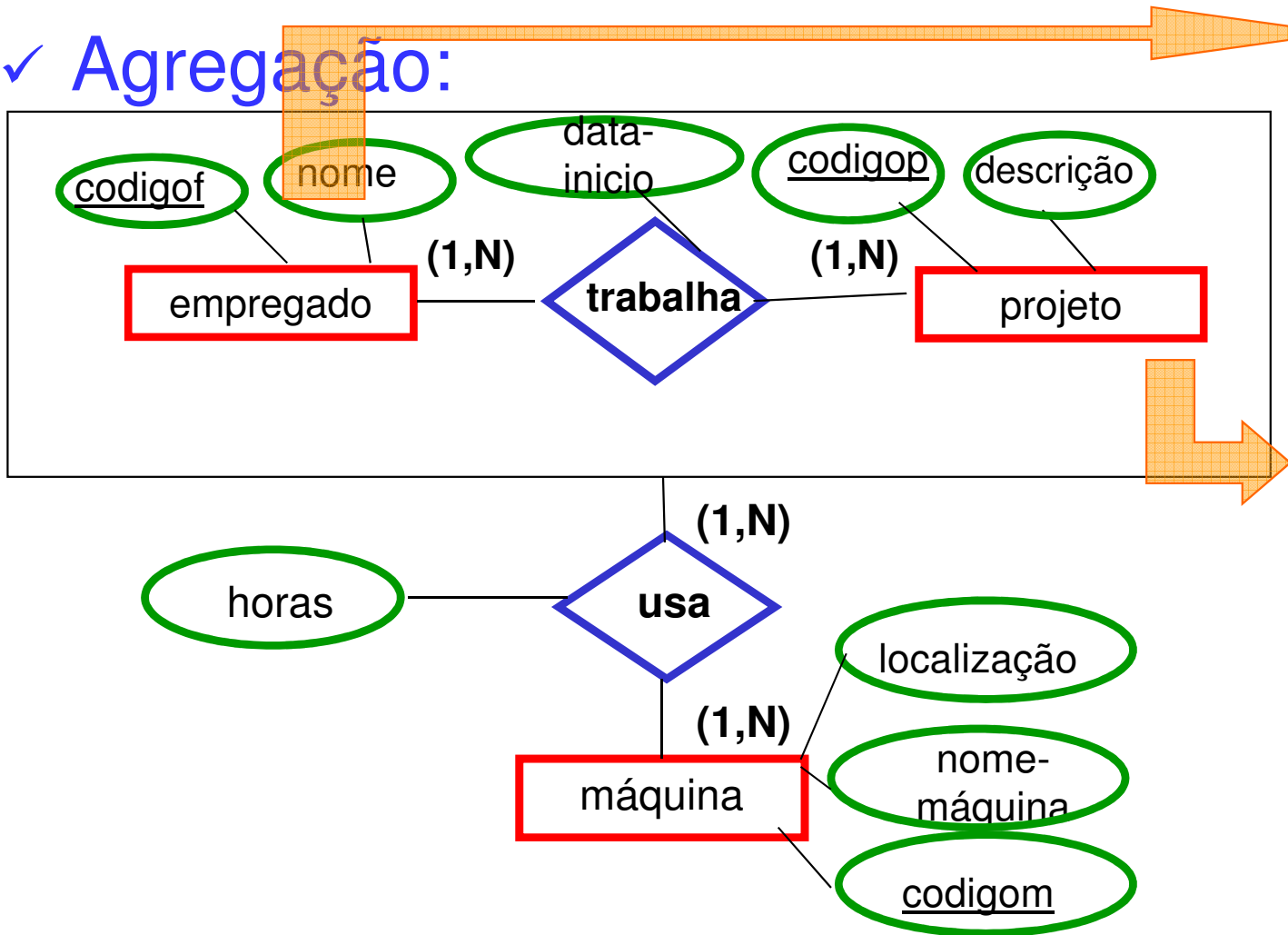
✓ Agregação:



EMPREGADO	
<u>codigof</u>	nome
10	Ana Júlia
20	João Pedro

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Agregação:

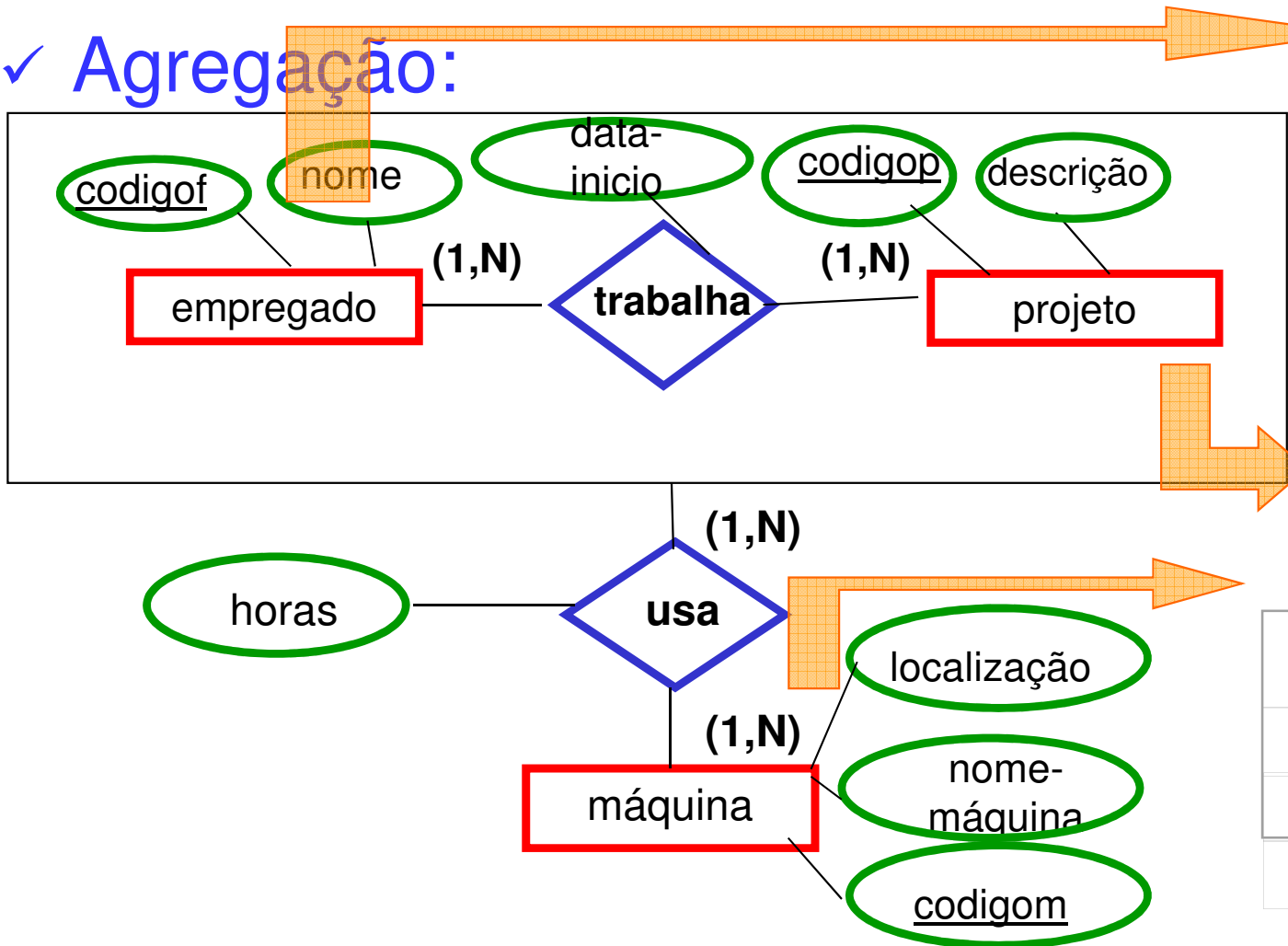


EMPREGADO	
<u>codigof</u>	nome
10	Ana Júlia
20	João Pedro

PROJETO	
<u>codigop</u>	descrição
23	Sistema XYZ
54	Sistema XPTO

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Agregação:



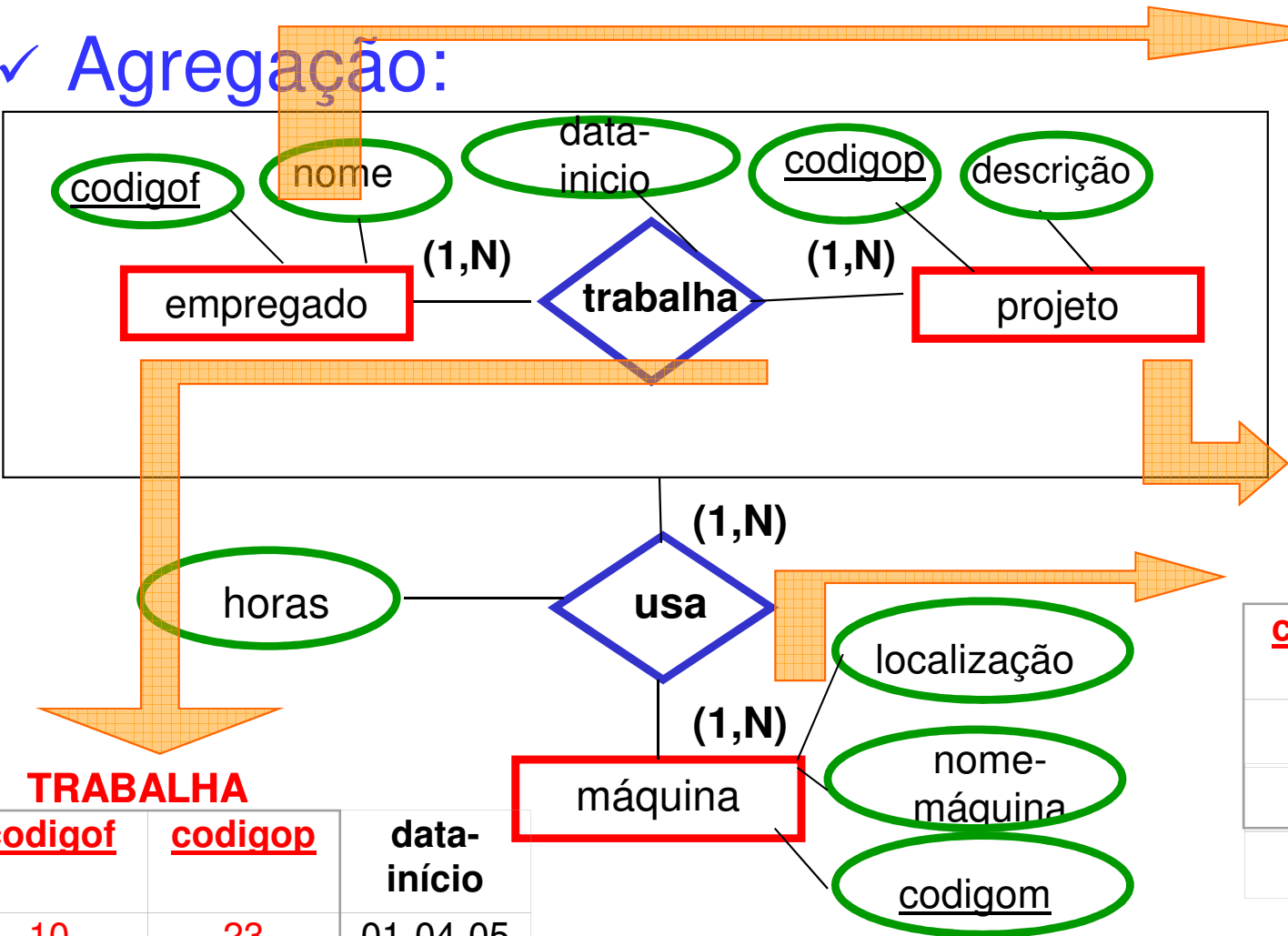
EMPREGADO	
<u>codigof</u>	nome
10	Ana Júlia
20	João Pedro

PROJETO	
<u>codigop</u>	descrição
23	Sistema XYZ
54	Sistema XPTO

MÁQUINA		
<u>codigom</u>	nome-máquina	localização
201	furadeira	PRODUCAO
304	cortador	PRODUCAO
567	torno	MARCENARIA

Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Agregação:



EMPREGADO

<u>codigof</u>	nome
10	Ana Júlia
20	João Pedro

PROJETO

<u>codigop</u>	descrição
23	Sistema XYZ
54	Sistema XPTO

MÁQUINA

<u>codigom</u>	nome-máquina	localização
201	furadeira	PRODUCAO
304	cortador	PRODUCAO
567	torno	MARCENARIA

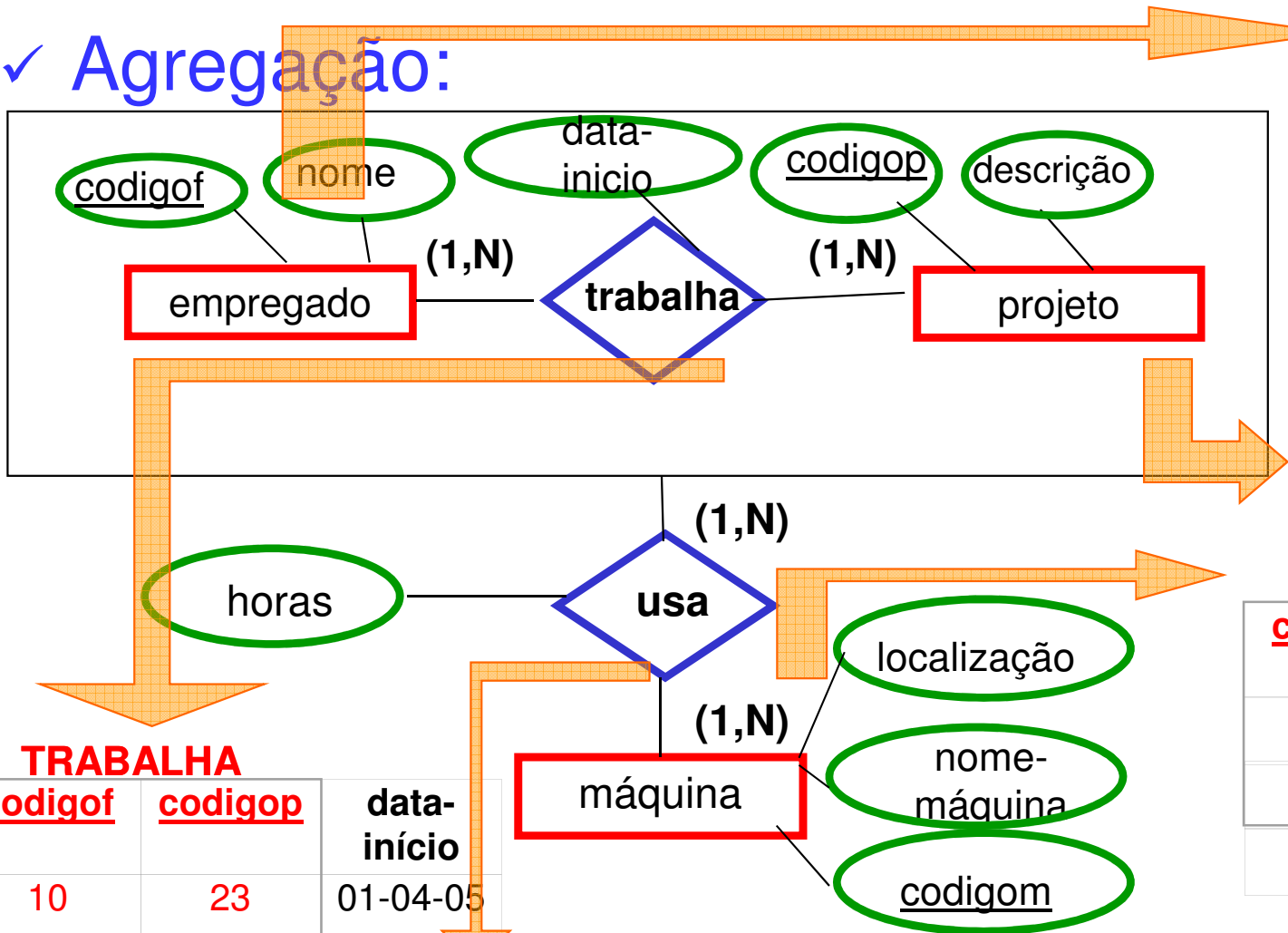
TRABALHA

<u>codigof</u>	<u>codigop</u>	data-início
10	23	01-04-05
20	54	10-04-05
20	23	23-04-05



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Agregação:



EMPREGADO

<u>codigof</u>	nome
10	Ana Júlia
20	João Pedro

PROJETO

<u>codigop</u>	descrição
23	Sistema XYZ
54	Sistema XPTO

MÁQUINA

<u>codigom</u>	nome-máquina	localização
201	furadeira	PRODUCAO
304	cortador	PRODUCAO
567	torno	MARCENARIA

TRABALHA

<u>codigof</u>	<u>codigop</u>	data-início
10	23	01-04-05
20	54	10-04-05
20	23	23-04-05

USA

<u>codigof</u>	<u>codigop</u>	<u>codigom</u>	horas
10	23	201	5
20	54	304	8



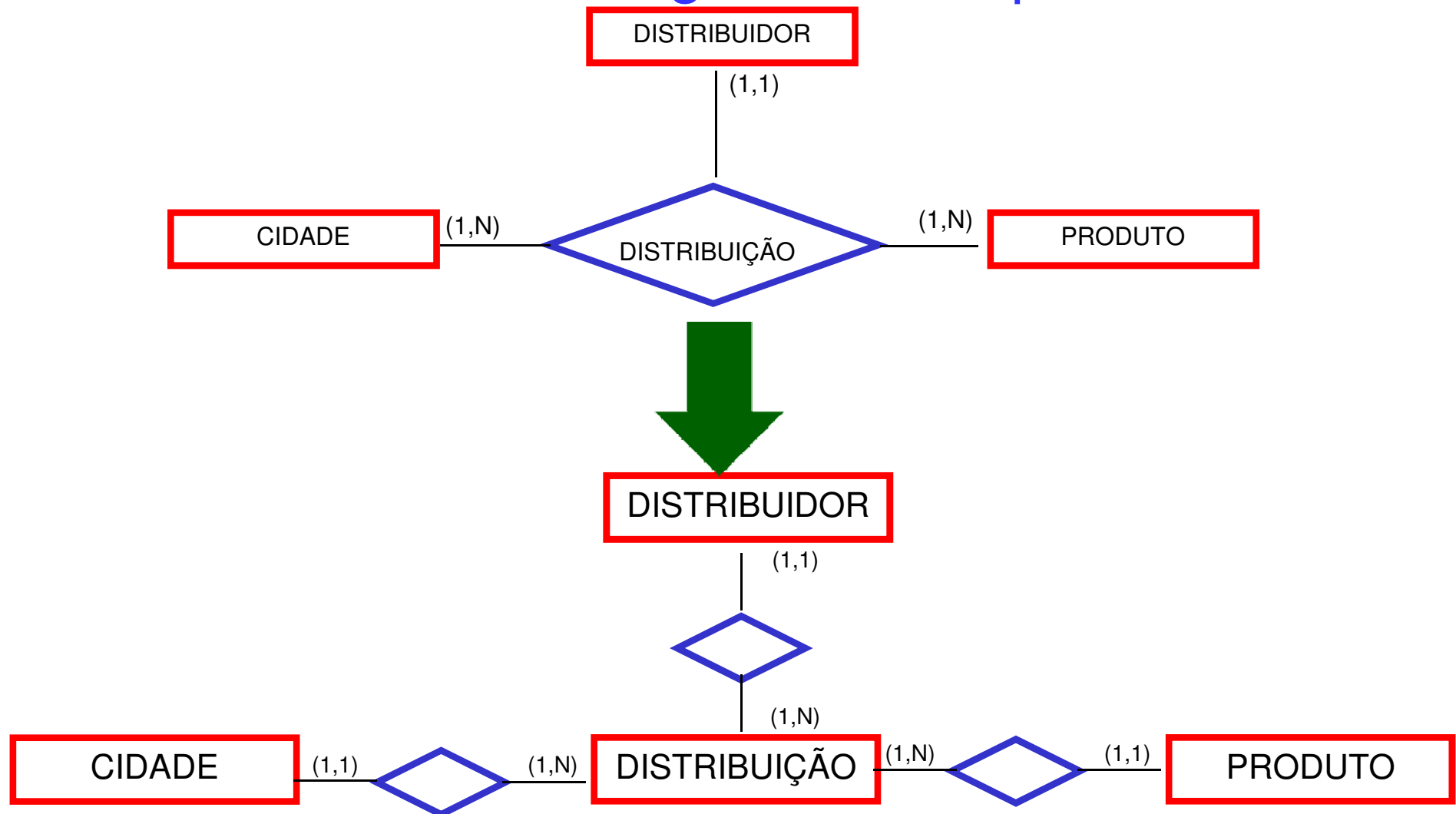
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

- ✓ Relacionamentos com grau maior que 2:
 - relacionamento é transformado em uma entidade. Nova entidade é ligada através de relacionamento binário a cada entidade que participa do relacionamento no DER.
 - aplicam-se as regras anteriores



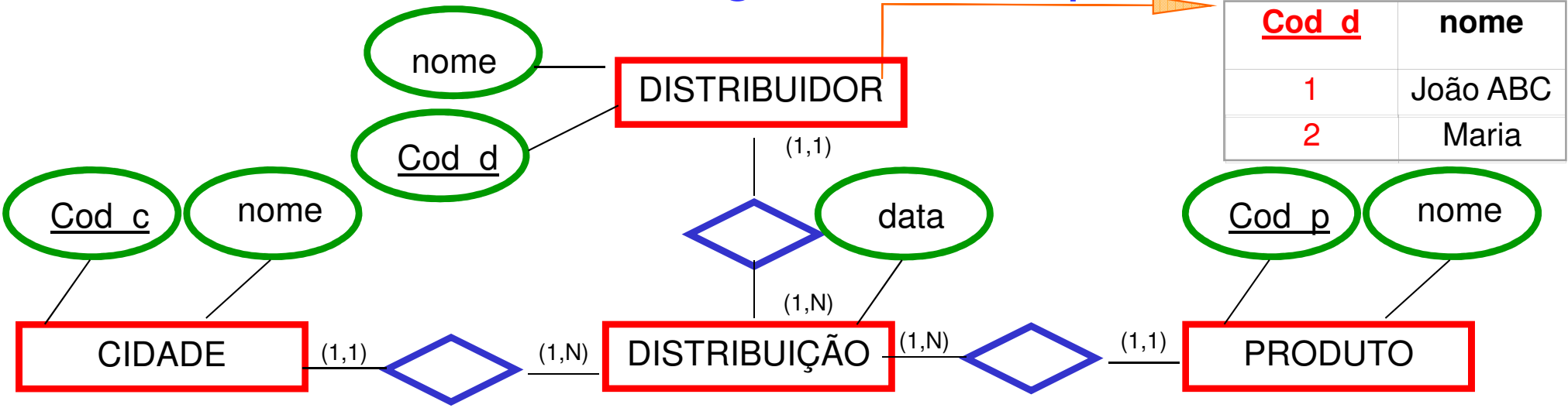
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

- ✓ Relacionamentos com grau maior que 2:



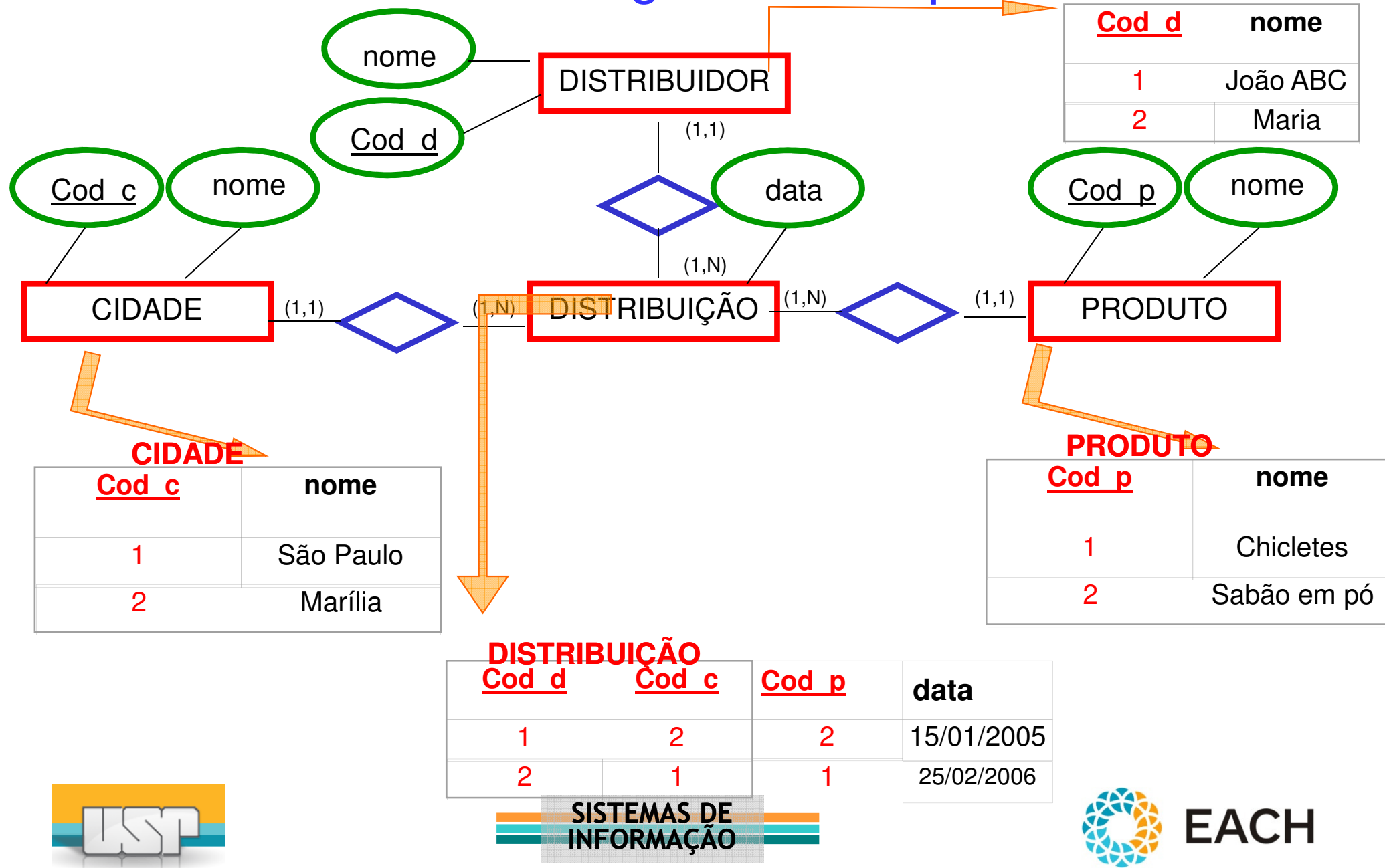
Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Relacionamentos com grau maior que 2: **DISTRIBUIDOR**



Reduzindo Diagramas E-R a Tabelas

✓ Relacionamentos com grau maior que 2: **DISTRIBUIDOR**



Exercícios

Apresente o DER e o Modelo Relacional (tabelas resultantes) para as situações abaixo.

- 1) Em uma biblioteca há vários tipos de materiais (livros, revistas e audiovisual). Para os livros são armazenados a editora, ano de publicação e o número da edição; as revistas têm número, volume e data; os audiovisuais têm o nome do diretor e o tempo de duração. Um cliente pode retirar vários materiais e um material pode ser retirado por vários clientes. Para toda retirada devem ser armazenadas a data de retirada e a data de devolução. Um livro pode ter vários autores, que precisam ser armazenados. Os materiais devolvidos com atraso têm uma multa. Sobre a multa, devem ser armazenados a quantidade de dias e o valor.
- 2) Em uma construtora, os funcionários são classificados como administrativos ou engenheiros. Para todos os funcionários devem ser armazenados: nome, endereço e telefone. Para os engenheiros deve ser armazenado o número do CREA, o ano de formatura e a especialidade. Um engenheiro pode gerenciar vários projetos, sendo que cada projeto é gerenciado obrigatória e unicamente por um engenheiro. Os projetos são numerados sequencialmente para cada um dos engenheiros. Por exemplo: há os projetos 1,2,3 para o engenheiro Roberto; também há os projetos 1 e 2 para o engenheiro João. Um projeto pode envolver vários funcionários e um funcionário pode estar envolvido em vários projetos ao mesmo tempo. Devem ser armazenadas as datas de início e fim do envolvimento do funcionário com cada projeto.



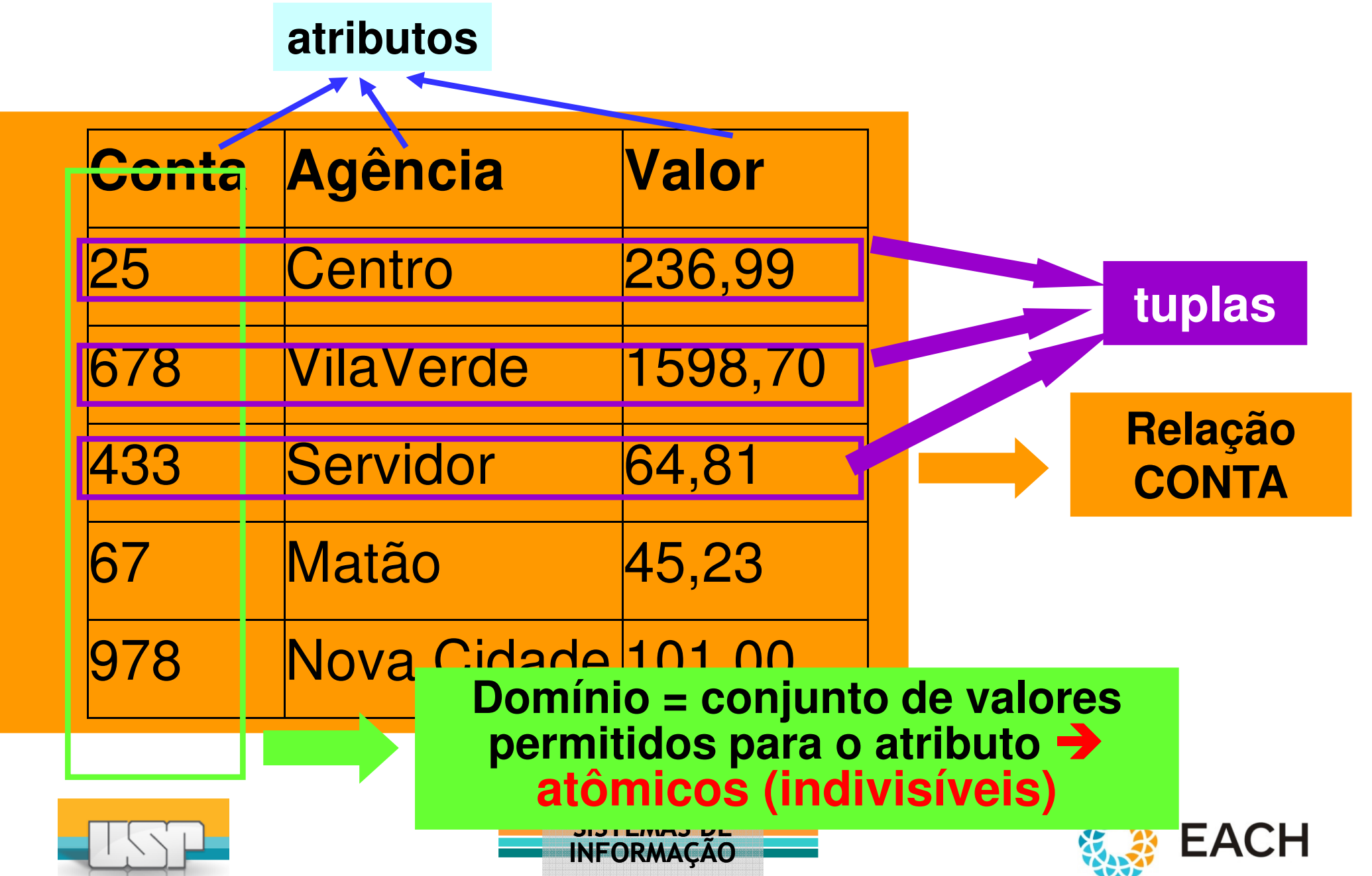
Aspectos conceituais e nomenclaturas

✓ Modelo Relacional:

- Banco de Dados: coleção de **relações** → cada relação tem um nome único.
- Informalmente, uma relação é semelhante a uma tabela de valores.



Modelo Relacional



Modelo Relacional - Domínios

- ✓ Domínio → conjunto de valores atômicos – cada valor é indivisível no que diz respeito ao modelo relacional.
- ✓ Em geral, o domínio é designado como tipo de dado → especificam valores possíveis
 - Exemplo:
 - **número_do_cliente**: conjunto de inteiros com quatro algarismos → números de 1 a 9999
 - **nome_do_cliente**: conjunto de caracteres alfanuméricos com 40 posições → formato String(50)
 - **número_do_aluno**: 2 letras indicando o curso + 3 dígitos → formato AA-999



Modelo Relacional - Relação

Definição formal de RELAÇÃO: Uma relação $r(R)$ é uma **relação matemática** de grau n nos domínios $\text{dom}(A_1)$, $\text{dom}(A_2)$, ..., $\text{dom}(A_n)$, que é um **subconjunto** de um **produto cartesiano** dos domínios que definem R

$\text{dom}(A_1)$: domínio do atributo a_1

$\text{dom}(A_2)$: domínio do atributo a_2

...

$\text{dom}(A_n)$: domínio do atributo a_n

Produto Cartesiano = $\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$:

⇒ **Relação R** = subconjunto de $\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$

⇒ **Grau (ou *arity*) de R** = n (número de atributos do esquema da relação)



Modelo Relacional - Relação

EXEMPLO

$\text{dom}(A_1)$: domínio de número = conjunto de todos os números de conta

$\text{dom}(A_2)$: domínio de agência = conjunto de todos os nomes de agência

$\text{dom}(A_3)$: domínio de valor = conjunto de todos os valores possíveis

Produto Cartesiano = $\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \text{dom}(A_3)$

Número	Agência	Valor
25	Centro	236,99
678	Vila Verde	1598,70
433	Servidor	64,81
67	Matão	45,23
978	Nova Cidade	101,00



Relação CONTA =
subconjunto de
 $\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \text{dom}(A_3)$
Grau de Conta = 3

Modelo Relacional - Acesso aos dados

- ✓ Acesso aos dados
- ✓ chamando de **t** a primeira tupla da relação:
 - **t [número]** = valor de **t** no atributo **número**
 - **t[1]** = valor de **t** no primeiro atributo (número)
 - **t [agência] = t[2]** = valor de **t** no atributo segundo atributo (agência).
 - *E assim por diante...*

N ú m e r o	A g ê n c i a	V a l o r
2 5	C e n t r o	2 3 6 , 9 9
6 7 8	V i l a V e r d e	1 5 9 8 , 7 0
4 3 3	S e r v i d o r	6 4 , 8 1
6 7	M a t ã o	4 5 , 2 3
9 7 8	N o v a C i d a d e	1 0 1 , 0 0

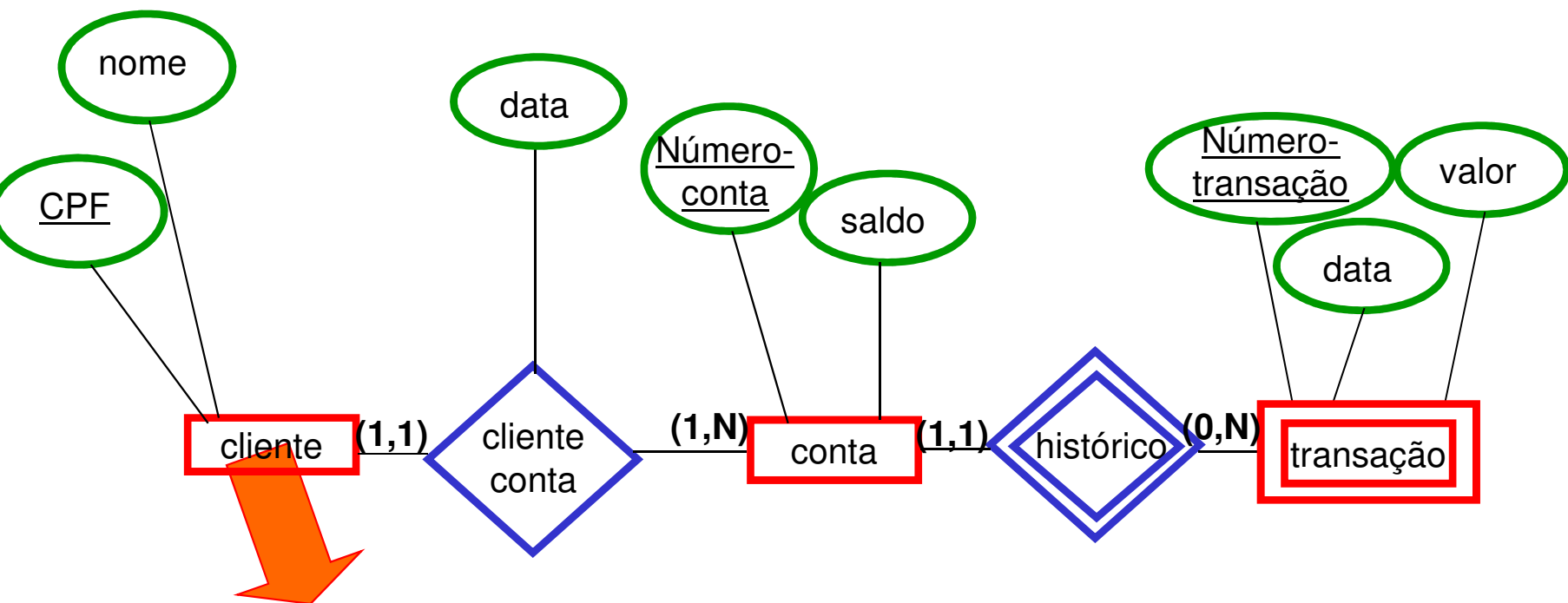
Esquema de um BD

- ✓ Esquema de um Banco de Dados Relacional: conjunto de Esquemas de Relações $EBD = \{ER_1, ER_2, \dots, ER_n\}$ e um conjunto de restrições de integridade
- ✓ Banco de Dados Relacional: conjunto de Relações $BD = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$
 - cada R_i é uma instância de ER_i
 - cada R_i satisfaz todas as restrições de integridade.

Notações do Modelo Relacional

- ✓ Esquema de relação R de grau n : $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
- ✓ Tupla t em uma relação $r(R)$: $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$, onde v_i é o valor correspondente ao atributo A_i .

Notações do Modelo Relacional



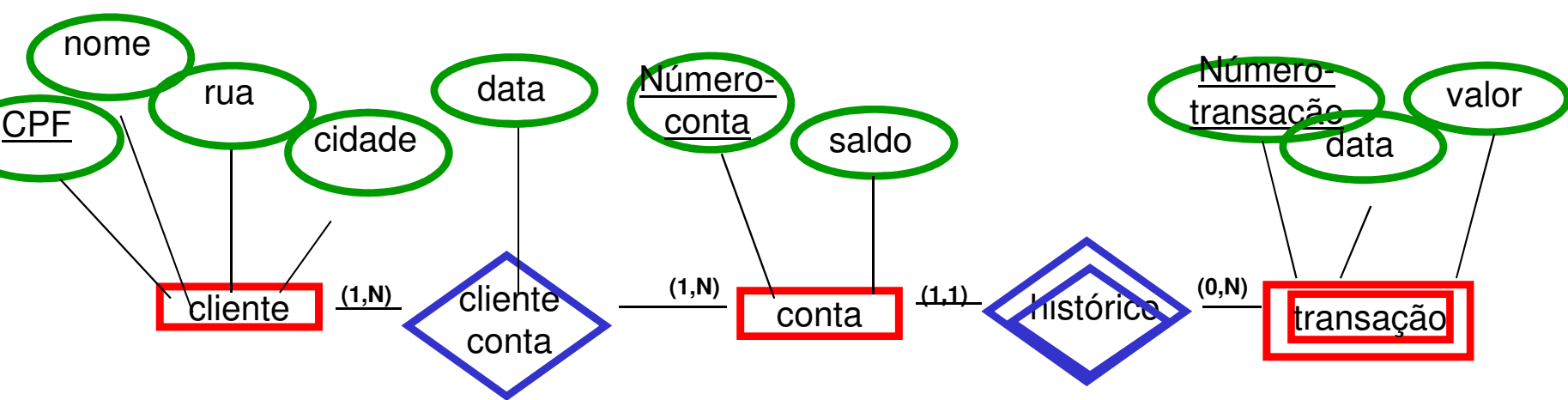
CLIENTE

<u>CPF</u>	nome
111.111.111	Eduardo
222.222.222	Lurdes
333.333.333	Mariana
444.444.444	João

Cliente(CPF, nome)



Notações do Modelo Relacional



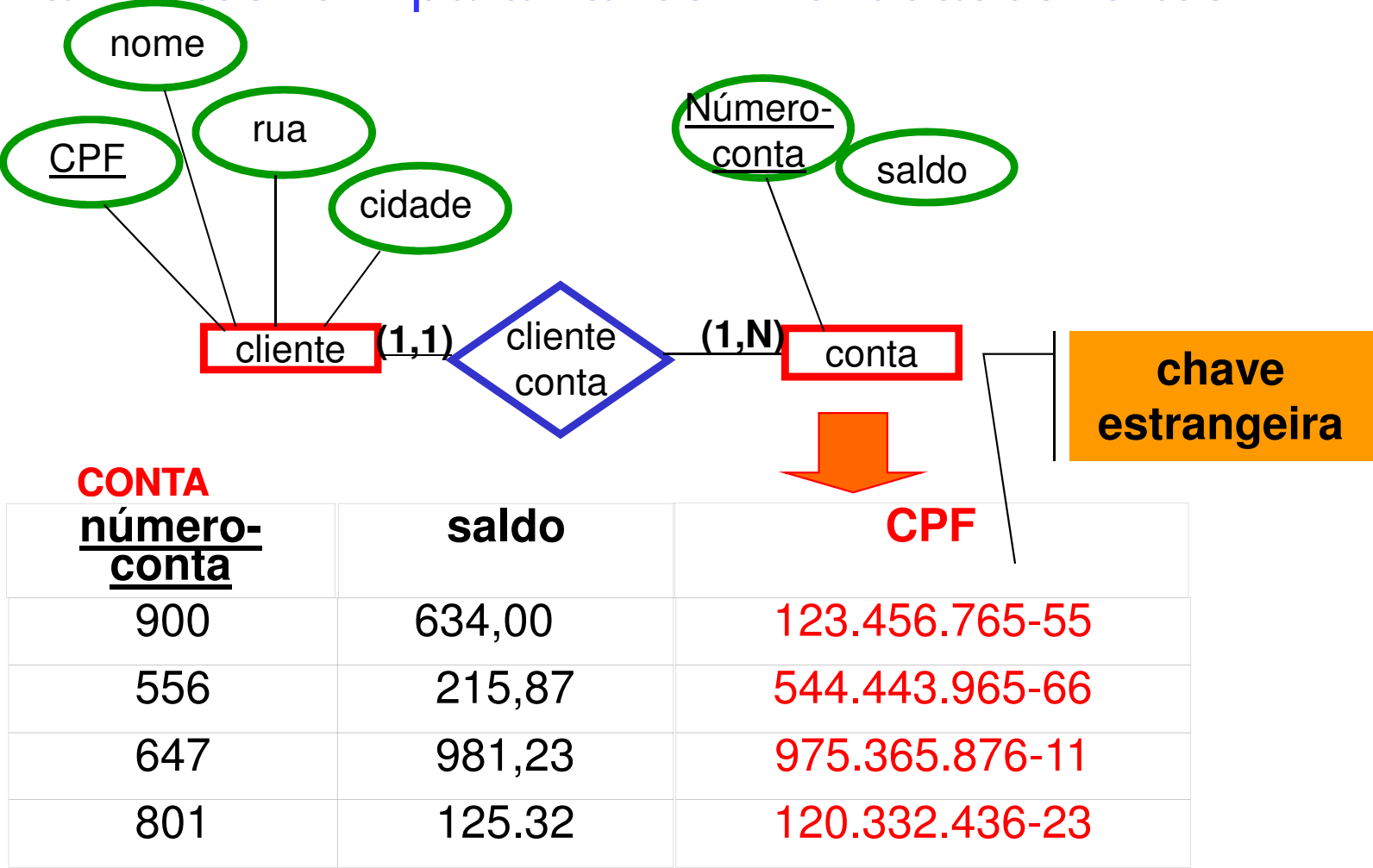
TRANSAÇÃO

<u>número-conta</u>	<u>número-transação</u>	data	valor
900	1	01/02/1999	78,00
900	2	08/02/2000	45,08
647	1	30/03/2002	16,89
647	2	05/11/2005	4,12

Transacao(número conta, numero transação, data, valor)

Notações do Modelo Relacional

✓ Relacionamentos “um para vários” – entidades fortes:



Conta (número conta, saldo, CPF)

Notações do Modelo Relacional

✓ Esquema do Banco de Dados Relacional:

Movimentacao:

Cliente(CPF, nome)

Transacao(número conta, numero transação, data, valor)

Conta (número conta, saldo, CPF)

Notações do Modelo Relacional

✓ Esquema do Banco de Dados Relacional:

Movimentacao:

Nome do Banco de Dados

Cliente(CPF, nome)

Transacao(número conta, numero transação, data, valor)

Conta (número conta, saldo, CPF)

Esquema
s das
relações
do BD

Restrições do Modelo Relacional

- ✓ **Regras a respeito dos valores** que podem ser armazenados nas relações
 - Garantem que mudanças feitas no BD por usuários não resultem em inconsistência dos dados.
 - Valores **devem ser sempre satisfeitos** em quaisquer das relações ***R*** de um banco de dados ***BD***.

- ✓ **Três categorias:**
 - **Restrições inerentes baseadas em modelo.**
 - Exemplo: relação não pode ter tuplas repetidas.
 - **Restrições baseadas em esquemas:** que podem ser expressas diretamente nos esquemas do modelo de dados.
 - Exemplo: intervalo de um atributo, chave estrangeira.
 - **Restrições baseadas em aplicação:** devem ser expressas e impostas nos programas de aplicação.
 - Exemplo: tuplas que um usuário pode acessar em uma relação.



Modelo Relacional - Restrições

1. Restrições de domínio
2. Restrições de chave
3. Restrições de valores nulos
4. Restrições de integridade de entidade
5. Restrições de integridade referencial



Restrições baseadas em esquema

1. Restrições de domínio

- Dentro de cada tupla , o valor de cada atributo A deve ser um valor atômico do domínio $dom(A)$.

2. Restrições de chave

- Duas tuplas distintas não podem ter valores idênticos para todos os atributos da chave primária e superchaves (unicidade de chave).



Restrições baseadas em esquema

3. Restrições de valores nulos

- Especifica que um atributo da relação não pode ser nulo. Por exemplo: NOME is not null.

4. Restrições de integridade de entidade

- Nenhum valor de chave primária pode ser nulo.



Restrições baseadas em esquema

5. Restrições de integridade referencial

- o conceito de integridade referencial depende do conceito de **chave estrangeira**
- **Chave estrangeira:**
 - Dois conjuntos de atributos **C** e **D** compatíveis \rightarrow existe uma **ordem** entre os atributos de ambos os domínios tal que o **primeiro atributo de C tenha o mesmo domínio do primeiro atributo de D** , o mesmo valendo para os segundos atributos, e assim por diante.
 - **chave estrangeira** \rightarrow conjunto de atributos **$D \subseteq R1$** que não é chave em $R1$, é compatível com outro conjunto de atributos **$C \subseteq Rk$** que é a chave primária da relação **Rk** .

Restrições baseadas em esquema

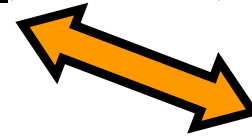
- ✓ chave estrangeira → conjunto de atributos $D \subseteq R1$ que não é chave na relação $R1$, mas é compatível com a chave primária de uma outra relação.
- ✓ A **restrição de integridade referencial** determina que o valor dos atributos D numa tupla qualquer $t(D)$ da relação $R1$ onde D não é chave:
 - ou é igual ao valor $t(C)$ na relação Rk onde C é chave
 - ou é *nulo*.



Restrições baseadas em esquema

– Exemplo 1:

Professor (número-professor, nome, data-admissão)



Disciplina (código, nome-disc, **prof-responsável**)

Professor

número-professor	nome	data-admissão
213	Antônio	02/02/1999
400	José	02/04/2000
67	Joana	05/01/1998
43	João	10/11/1997
25	Maria	14/11/1996

Disciplina

código	nome-disc	prof-responsável
CC876	Banco Dados	43
CC566	Linguagem I	NULL
AS654	Algoritmos	43
AS543	Compiladores	400

Restrições baseadas em esquema

6. Outros tipos de restrições

– Restrições de integridade semântica

- Exemplos:

- salário do empregado deve ser menor que o do chefe
- Número máximo de horas-extras é 35.

- Feitas através dos programas de aplicação ou da *linguagem de especificação de restrição* (gatilhos e asserções)

– Restrições de dependência funcional

- Estabelece relacionamento funcional entre dois conjuntos de atributos X e Y, sendo que X determina o valor de Y em todos os estados da relação.
- Exemplo: o número 335432 determina sempre o nome da aluna Júlia Neme Delgado.



Exercícios

1. Defina:
 - Tupla
 - Domínio de atributo
 - Relação
2. O que é grau de uma relação? Dê um exemplo de relação com grau 4.
3. Por que uma relação é um subconjunto do produto cartesiano dos domínios de seus atributos?
4. Dado o esquema do BD Banco abaixo responda as questões:
Cliente (codcli, numcli, endereccli, CPF)
Conta(numconta, tipoconta, codcli, codag)
Agencia(codag, nomeag, endecoag)
 - a) Defina domínios para os atributos de Conta
 - b) Dê um exemplo de instanciação da relação Agencia que fere a restrição de chave
 - c) Dê 3 exemplos de superchave para a relação Conta
 - d) Dê um exemplo e aplicação da restrição de valores nulos na relação Conta
 - e) Dê um exemplo que fere a restrição de integridade da entidade na relação Conta
 - f) Dê dois exemplos de restrição de integridade referencial no esquema do BD fornecido
 - g) Dê um exemplo de restrição de integridade semântica



Exercícios

5. Dada a instância da relação Cliente em um dado momento, responda as questões considerando que t_i é a i ésima tupla da relação.
- Qual é o valor de $t_2[\text{nomecli}]$?
 - Qual é o valor de $t_3[3]$?
 - Qual é o valor de t_4 ?
 - Qual é o valor de $t_5[2]$?

Codcli	Nomecli	Endereccli	CPF
10	Marcos	AV. ABC 34	40000
20	Fabio	Rua Bahia 567	50000
30	Rogério	Av Rio Branco 351	60000
40	Vanessa	R Sergipe 40	70000
40	Aline	R João Silva 67	80000

6. Apresente o modelo relacional (esquema das relações) para os exercícios da aula 6 e para o Sistema da Fábrica de Confecções e da Emissora de Rádio, resolvidos anteriormente.

Exercícios

Apresente o DER e o Modelo Relacional para as situações abaixo.

- 1) Em um zoológico cada animal pode consumir determinados tipos de alimentos, sendo que um determinado alimento pode fazer parte da refeição de diversos animais. As informações das refeições diárias (quantidade e horário) devem ser armazenadas. Uma refeição tem um único funcionário responsável, sendo que um funcionário é responsável por várias refeições.
- 2) Em uma seguradora de automóveis, um cliente tem pelo menos um veículo e um veículo pertence a um único cliente. Os veículos são numerados sequencialmente para cada cliente. Cada veículo possui um número de acidentes associados a ele, devendo ser armazenados a data, o local e uma descrição do acidente.
- 3) Em um hospital, um paciente pode realizar consultas com vários médicos. Cada consulta pode ter vários exames realizados. Devem ser armazenados os dados da consulta (data, horário e motivo) e os dados dos exames (descrição e resultado). Cada consulta pode resultar também na indicação de vários medicamentos a serem ministrados ao paciente. Não é obrigatória a indicação de medicamentos, mas se ela existir, devem ser armazenadas a quantidade e a forma de consumo (periodicidade). Os exames e os medicamentos são numerados sequencialmente para cada consulta.



Bacharelado em Sistemas de Informação

BANCOS DE DADOS

Aula 7

Modelo Relacional

