

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - ICE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – DCC

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

***Mapeamento do modelo Entidade-Relacionamento do Esquema Conceitual para o
Esquema Relacional***

Francisca Sancha Azevedo da Silva – 20310369

Kelen Acquati Vieira – 20310372

Vitor de Oliveira Batista – 20310345

Manaus, setembro de 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - ICE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – DCC

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

*Trabalho solicitado pela prof^a. Virginia Brilhante,
que consiste do desenvolvimento do processo de
Engenharia de Conhecimento em FOL para um
determinado domínio.*

Manaus, setembro de 2006

DESCRIÇÃO

A área de pesquisa em banco de dados desenvolve tecnologias utilizadas no projeto e no desenvolvimento eficientes de ferramentas para armazenamento e no gerenciamento de dados.

Dentro do contexto de projeto de banco de dados uma das metodologias mais recomendadas determina que o projeto deve ser especificado em diferentes níveis de abstração, partido de um esquema de mais alto nível (conceitual), passando por um nível intermediário (relacional) até o projeto de mais baixo nível.

A especificação dos esquemas nos níveis conceitual e relacional é feita através de diagramas com elementos de representação bem definidos e com significado padronizado. Uma vez que um esquema de nível conceitual esteja pronto, o esquema de nível relacional pode ser construído a partir deste através da aplicação de algumas regras de conversão padronizadas.

Neste será especificado uma base de conhecimento em FOL para representar os esquemas de nível conceitual (simples) e lógico, e que permita a conversão de uma especificação do primeiro nível para o segundo.

VOCABULÁRIOS

1. Esquema Conceitual Entidade-Relacionamento

1.1 Predicados

Entidade - é o objeto básico que o modelo ER representa. É a representação de “algo” do mundo real, com uma existência independente. Uma entidade pode ser um objeto com uma existência física (por exemplo, uma pessoas uma empresa, um carro, uma casa ou um funcionário).

AtributoDe(x, t, y) - cada entidade x tem atributos y de tipom t que são propriedade particulares que a descreve.

Eforte(x) - entidades fortes são entendidades que possuem seus próprios atributo-chave.

Efraca(x) - entidades fracas são entendidades que não possuem seus próprios atributo-chave.

Relacionamento(x, y, w) - os componentes y e w participam de um relacionamento através de x representando o relacionamento entre as entidades que formam os componentes.

ChaveDe(x, y) - as entendidades y têm restrições de unicidade em atributos, geralmente, um atributo (chave) x cujo os valores são distintos para cada uma das entidades do conjunto entidade.

ChaveParcialDe(x, y) - o atributo x é uam chamada chave parcial da entidade y , deivo a entidade ser fraca.

1.2 Funções

Partição(Parcial) - é um tipo de restrição de participação, em que alguma ou “parte do conjunto das” entidades estejam relacionadas com uma outra determinada entidade através um relacionamento.

Partição(Total) - é um tipo de restrição de participação, em que TODAS as entidades devem está relacionadas com uma outra determinada entidade através um relacionamento.

Cardinalidade(y) - a razão de cardinalidade para um relacionamento binário específica o número máximo de instância de relacionamento em que uma entidade pode participar. As razões de cardinalidade possíveis para relacionamento binários são: 1:1, 1:N, N:1, e M:N.

Componente(x, y, w) - um componente no esquema conceitual é um objeto formado por uma entidade x , uma cardinalidade y é uma partição w . Este objeto participa dos relacionamentos no esquema conceitual.

1.3 Constantes

TipoMultivalorado - atributo do tipo multivalorado são aqueles que não têm um único valor, mas vários valores.

TipoCalculado - atributo do tipo calculado são aqueles que têm seu valor obtido através de algum processamento e não diretamente.

TipoSimples - representa os atributos atômicos, ou seja, não há uma composição para formar uma atributos.

2. Esquema Relacional

2.1 Predicados

Relação(x) - x representa uma entidade ou um relacionamento do esquema conceitual mapeado no esquema relacional.

AtributoRelDe(x, y) - x é um atributo da relação y no esquema relacional.

ChavePrimariaDe(x, y) - x é um atributo que é chave primária da relação y.

ChaveEstrangeiraDe(x, y) - x é um atributo que é chave estrangeira da relação y.

ChaveComposta(x, y) - x é um atributo que faz parte, entre outros atributos, da chave composta da relação y, onde y é uma relação que representa uma entidade fraca do esquema conceitual.

Referencia(x,y) - os componentes relacionais x e y, participam da “relação” Referencia para representar a associação entre as relações que formam os componentes relacionais x e y.

2.2 Funções

ComponenteRel(x, y) - o atributo x e a entidade y do esquema relacional formam um componente relacional usado para representar a participação de uma relação na associação com outra.

Renomeação(x) – é um objeto que representa um outro objeto obtido através da mudança do nome do objeto x.

ESPECIFICAÇÃO DO DOMÍNIO DE CONHECIMENTO EM SENTENÇAS EM LINGUAGEM NATURAL E ESPECIFICAÇÃO EM LÓGICA DE PRIMEIRA ORDEM

1. Esquema Conceitual Entidade-Relacionamento

1.1 Regras

R1) Para toda entidade do Esquema Conceitual haverá uma única chave.

$$\forall x \text{ Entidade}(x) \Rightarrow \exists! y \text{ ChaveDe}(y, x)$$

R2) Toda chave de uma entidade do Esquema Conceitual também é um atributo do tipo chave

$$\forall x, y \text{ ChaveDe}(x, y) \Rightarrow \text{AtributoDe}(x, \text{tipoChaveDe}, y)$$

R3) Toda entidade fraca ou forte é uma entidade.

$$\forall x \text{ Efraca}(x) \vee \text{Eforte}(x) \Rightarrow \text{Entidade}(x)$$

R4) As chaves das entidades fracas é uma chave parcial.

$$\forall x, y \text{ Efraca}(x) \wedge \text{ChaveDe}(y, x) \Rightarrow \text{ChaveParcialDe}(y, x)$$

1.2 Fatos

F1) Eforte(Empregado)

F2) ChaveDe(SSN, Empregado)

F3) AtributoDe(Endereco, TipoSimples, Empregado)

F4) AtributoDe(Sexo, TipoSimples, Empregado)

F5) AtributoDe(DataNascimento, TipoSimples, Empregado)

F6) AtributoDe(Salario, TipoSimples, Empregado)

F7) Eforte(Departamento)

F8) ChaveDe(Número, Departamento)

F9) AtributoDe(Nome, TipoSimples, Departamento)

F10) AtributoDe(Localização, TipoMultivalorado, Departamento)

F11) AtributoDe(NumEmpregado, TipoCalculado, Departamento)

F12) Eforte(Projeto)

F13) ChaveDe(Número, Projeto)

F14) AtributoDe(Nome, TipoSimples, Projeto)

F15) AtributoDe(Localização, TipoSimples, Projeto)

F16) Efraco(Dependente)

F17) ChaveDe(Nome, Dependente)

F18) AtributoDe(Sexo, TipoSimples, Dependente)

F19) AtributoDe(DataNascimento, TipoSimples, Dependente)

F20) AtributoDe(Parentesco, TipoSimples, Dependente)

F21) AtributoDe(DataInicio, TipoSimples, Gerencia)

F22) AtributoDe(Horas, TipoSimples, TrabalhaEm)

F23) Relacionamento(DependentesDe, Componente(Empregado, Cardinalidade(1), Partição(Parcial)), Componente(Dependente, Cardinalidade(N), Partição(Total)))

F24) Relacionamento(Controla, Componente(Departamento, Cardinalidade(1), Partição(Parcial)), Componente(Projeto, Cardinalidade(N), Partição(Total)))

F25) Relacionamento(TrabalhaPara, Componente(Departamento, Cardinalidade(1), Partição(Total)), Componente(Empregado, Cardinalidade(N), Partição(Total)))

F26) Relacionamento(Gerencia, Componente(Departamento, Cardinalidade(1), Partição(Total)), Componente(Empregado, Cardinalidade(1), Partição(Parcial)))

F27) Relacionamento(TrabalhaEm, Componente(Empregado, Cardinalidade(N), Partição(Total)), Componente(Projeto, Cardinalidade(N), Partição(Total)))

F28) Relacionamento(Supervisao, Componente(Empregado, Cardinalidade(1), Partição(Parcial)), Componente(Empregado, Cardinalidade(N), Partição(Parcial)))

2. Esquema Relacional

2.1 Regras

R5) Se há um relacionamento entre dois componentes sendo cada um constituído por duas entidades diferentes então essas duas entidades se relacionam.

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \\ \Rightarrow \text{Relaciona}(a, b)$$

2. Esquema Conceitual para o Relacional

2.1 Regras

R7) Para cada entidade do Esquema Conceitual haverá uma relação correspondente no Esquema Relacional.

$$\forall x \text{ Entidade}(x) \Rightarrow \text{Relação}(x)$$

R8) Para cada atributo de uma entidade do Esquema Conceitual haverá um atributo de relação na relação correspondente à entidade.

$$\forall x,y,z \text{ AtributoDe}(x,y,z) \wedge \neg(y = \text{TipoMultivalorado}) \wedge \neg(y = \text{TipoCalculado}) \wedge \text{Entidade}(z) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(x, z)$$

R9) Para a chave de uma entidade forte no Esquema Conceitual haverá uma chave primária na relação correspondente à entidade no Esquema Relacional.

$$\forall x,y \text{ Eforte}(x) \wedge \text{ChaveDe}(y,x) \Rightarrow \text{ChavePrimáriaDe}(y,x)$$

R10) Para cada relação do Esquema Relacional correspondente à uma entidade fraca no Esquema Conceitual, haverá uma chave estrangeira para cada chave primária de relação correspondente à entidade forte com a qual a entidade fraca se relaciona.

$$\forall a,b,c \text{ Efraca}(a) \wedge \text{Eforte}(b) \wedge \text{ChaveDe}(c,b) \wedge \text{Relaciona}(a,b) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(c,a) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, a), \text{ComponenteRel}(c, b))$$

R11) Para cada relação do Esquema Relacional correspondente à uma entidade fraca do Esquema Conceitual haverá uma chave composta formada pela combinação da chave da entidade correspondente com as suas chaves estrangeiras.

$$\forall x,y \text{ ChaveEstrangeiraDe}(x,y) \wedge \text{Efraca}(y) \Rightarrow \text{ChaveCompostaDe}(x,y)$$

$$\text{R11.1) } \forall x,y \text{ Efraca}(y) \wedge \text{ChaveDe}(x,y) \Rightarrow \text{ChaveCompostaDe}(x,y)$$

R12) Para cada relacionamento de cardinalidade 1:1 do Esquema Conceitual onde há pelo menos uma entidade que participa deste com partição total, a relação correspondente à essa entidade no Esquema Relacional receberá uma chave estrangeira referente à chave primária da relação

correspondente à outra entidade que participa do relacionamento.

$$\begin{aligned} & \forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \\ & \wedge (a2 = \text{Partição}(\text{Total})) \wedge (a1 = \text{Cardinalidade}(1) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(1)) \wedge \text{ChaveDe}(c, b) \Rightarrow \\ & \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, a) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, a), \text{ComponenteRel}(c, b)) \end{aligned}$$

R13) Para cada relacionamento de cardinalidade 1:1 do Esquema Conceitual onde há pelo menos uma entidade que participa deste com partição total, a relação correspondente à essa entidade no Esquema Relacional receberá todos os atributos que existirem no relacionamento.

$$\begin{aligned} & \forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \\ & \wedge (a2 = \text{Partição}(\text{Total})) \wedge (a1 = \text{Cardinalidade}(1) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(1)) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, \\ & r) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(at, a) \end{aligned}$$

R14) Para cada relacionamento de cardinalidade 1:N do Esquema Conceitual, a relação no Esquema Relacional correspondente a entidade que participa do relacionamento com cardinalidade N receberá uma chave estrangeira referente à chave primária da relação correspondente à outra entidade que participa do relacionamento.

$$\begin{aligned} & \forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \\ & \wedge (a1 = \text{Cardinalidade}(1) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(N)) \wedge \text{ChaveDe}(c, a) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, b) \\ & \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, b), \text{ComponenteRel}(c, a)) \end{aligned}$$

R15) Para cada relacionamento de cardinalidade 1:N do Esquema Conceitual, a relação no Esquema Relacional correspondente a entidade que participa do relacionamento com cardinalidade N receberá todos os atributos desse relacionamento.

$$\begin{aligned} & \forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \\ & \wedge (a1 = \text{Cardinalidade}(1) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(N)) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(at, b) \end{aligned}$$

R16) Para cada relacionamento de cardinalidade N:M no Esquema Conceitual haverá uma relação correspondente no Esquema Relacional.

$$\begin{aligned} & \forall a, a1, a2, b, b1, b2, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge \\ & (a1 = \text{Cardinalidade}(N) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(N)) \Rightarrow \text{Relação}(r) \end{aligned}$$

R17) Para cada relação no Esquema Relacional correspondente a um relacionamento de

Cardinalidade de N:M no Esquema Conceitual haverá uma chave estrangeira correspondente a chave primária de cada relação que representa uma entidade participante do relacionamento e esta chave estrangeira constituirá a chave composta da relação que representa o relacionamento.

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c1, c2, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = \text{Cardinalidade}(N) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(N)) \wedge \text{ChaveDe}(c1, a) \wedge \text{ChaveDe}(c2, b) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveEstrangeiraDe}(c2, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c2, r) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c1, r), \text{ComponenteRel}(c1, a))) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c2, r), \text{ComponenteRel}(c2, b))$$

R18) Para cada atributo de relacionamento de Cardinalidade N:M do Esquema Conceitual haverá um atributo corresponde na relação do Esquema Relacional que representa o relacionamento.

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, t, r \text{ Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = \text{Cardinalidade}(N) \wedge b1 = \text{Cardinalidade}(N)) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(at, r)$$

R19) Para cada atributos multivalorado de uma entidade no Esquema Conceitual haverá uma relação no Esquema Relacional que representa esse atributo.

$$\forall x, y \text{ Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \Rightarrow \text{Relação}(y)$$

R20) Para cada relação no Esquema Relacional que representa um atributo multivalorado de uma entidade no Esquema Conceitual haverá uma chave estrangeira que referencia a chave primária da relação que representa a entidade do atributo multivalorado e esta chave estrangeiras, também, constiruitá a chave composta da relação.

$$\forall x, y, z \text{ Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \wedge \text{ChaveDe}(z, x) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(z, y), \text{ComponenteRel}(z, x)) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)$$

R21) Para cada relação do Esquema Relacional que representa um atributo multivalorado de uma entidade no Esquema Conceitual haverá um atributo nessa relação representado o atributo multivalorado e este atributo, também, constituirá a chave composta da relação.

$$\forall x, y \text{ Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(\text{renomeação}(y), y) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(\text{renomeação}(y), y)$$

CONVERSÃO DAS SENTENÇAS EM FORMA NORMAL CONJUNTIVA

R1) $\forall x (\text{Entidade}(x) \Rightarrow \exists! y \text{ ChaveDe}(y,x))$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x \neg \text{Entidade}(x) \vee \exists! y \text{ ChaveDe}(y,x)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Existencial:

$$\forall x \neg \text{Entidade}(x) \vee \text{ChaveDe}(C,x)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg \text{Entidade}(x) \vee \text{ChaveDe}(C,x)$$

R2) $\forall x,y \text{ ChaveDe}(x,y) \Rightarrow \text{AtributoDe}(x, \text{tipoChaveDe}, y)$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x,y \neg \text{ChaveDe}(x,y) \vee \text{AtributoDe}(x, \text{tipoChaveDe}, y)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg \text{ChaveDe}(x,y) \vee \text{AtributoDe}(x, \text{tipoChaveDe}, y)$$

R3) $\forall x \text{ Efrac}(x) \vee \text{Eforte}(x) \Rightarrow \text{Entidade}(x)$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x \neg (\text{Efrac}(x) \vee \text{Eforte}(x)) \vee \text{Entidade}(x)$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x \neg \text{Efrac}(x) \wedge \neg \text{Eforte}(x) \vee \text{Entidade}(x)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg \text{Efrac}(x) \wedge \neg \text{Eforte}(x) \vee \text{Entidade}(x)$$

R4) $\forall x,y \text{ Efrac}(x) \wedge \text{ChaveDe}(y, x) \Rightarrow \text{ChaveParcialDe}(y,x)$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x,y \neg (\text{Efrac}(x) \wedge \text{ChaveDe}(y, x)) \vee \text{ChaveParcialDe}(y,x)$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x,y \neg \text{Efrac}(x) \wedge \neg \text{ChaveDe}(y, x) \vee \text{ChaveParcialDe}(y,x)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg \text{Efrac}(x) \vee \neg \text{ChaveDe}(y, x) \vee \text{ChaveParcialDe}(y,x)$$

R5) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, r$ Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2))

\Rightarrow Relaciona(a,b)

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, r \neg (\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2))) \vee$
Relaciona(a,b)

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg (\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2))) \vee \text{Relaciona}(a,b)$

R6) $\forall x, y$ Efraca(x) \wedge ChaveDe(y, x) \Rightarrow ChaveCompostaDe(x,y)

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall x, y \neg (\text{Efraca}(x) \wedge \text{ChaveDe}(y, x)) \vee \text{ChaveCompostaDe}(x,y)$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$\forall x, y \neg \text{Efraca}(x) \vee \neg \text{ChaveDe}(y, x) \vee \text{ChaveCompostaDe}(x,y)$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg \text{Efraca}(x) \vee \neg \text{ChaveDe}(y, x) \vee \text{ChaveCompostaDe}(x,y)$

R7) $\forall x$ Entidade(x) \Rightarrow Relação(x)

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall x \neg \text{Entidade}(x) \vee \text{Relação}(x)$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg \text{Entidade}(x) \vee \text{Relação}(x)$

8) $\forall x, y, z$ AtributoDe(x,y,z) \wedge Entidade(z) \Rightarrow AtributoRelDe(x, z)

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall x, y, z \neg (\text{AtributoDe}(x,y,z) \wedge \text{Entidade}(z)) \vee \text{AtributoRelDe}(x, z)$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$\forall x, y, z \neg \text{AtributoDe}(x,y,z) \vee \neg \text{Entidade}(z) \vee \text{AtributoRelDe}(x, z)$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg \text{AtributoDe}(x,y,z) \vee \neg \text{Entidade}(z) \vee \text{AtributoRelDe}(x, z)$

9) $\forall x, y$ Eforte(x) \wedge ChaveDe(y,x) \Rightarrow ChavePrimáriaDe(y,x)

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x,y \neg (Eforte(x) \wedge ChaveDe(y,x)) \vee ChavePrimáriaDe(y,x)$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x,y \neg Eforte(x) \vee \neg ChaveDe(y,x) \vee ChavePrimáriaDe(y,x)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg Eforte(x) \vee \neg ChaveDe(y,x) \vee ChavePrimáriaDe(y,x)$$

$$10) \quad \forall a,b,c \quad Efraca(a) \wedge Eforte(b) \wedge ChaveDe(c,b) \wedge Relaciona(a,b) \Rightarrow ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))$$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall a,b,c \neg (Efraca(a) \wedge Eforte(b) \wedge ChaveDe(c,b) \wedge Relaciona(a,b)) \vee ChaveEstrangeiraDe(c,a)$$

$$\wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall a,b,c \quad (\neg (Efraca(a) \vee Eforte(b) \vee ChaveDe(c,b) \vee Relaciona(a,b))) \vee$$

$$ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$(\neg (Efraca(a) \vee Eforte(b) \vee ChaveDe(c,b) \vee Relaciona(a,b))) \vee ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge$$

$$Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))$$

- ◆ Aplicando a Distribuição:

$$(\neg (Efraca(a) \vee Eforte(b) \vee ChaveDe(c,b) \vee Relaciona(a,b))) \vee ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge$$

$$(\neg (Efraca(a) \vee Eforte(b) \vee ChaveDe(c,b) \vee Relaciona(a,b))) \vee Referencia($$

$$ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))$$

$$11) \quad \forall x,y \quad ChaveEstrangeiraDe(x,y) \wedge Efraca(y) \Rightarrow ChaveCompostaDe(x,y)$$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x,y \neg (ChaveEstrangeiraDe(x,y) \wedge Efraca(y)) \vee ChaveCompostaDe(x,y)$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x,y \neg ChaveEstrangeiraDe(x,y) \vee \neg Efraca(y) \vee ChaveCompostaDe(x,y)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg ChaveEstrangeiraDe(x,y) \vee \neg Efraca(y) \vee ChaveCompostaDe(x,y)$$

$$11-1) \quad \forall x,y \quad Efraca(y) \wedge ChaveDe(x,y) \Rightarrow ChaveCompostaDe(x,y)$$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall x,y \neg(Efraca(y) \wedge ChaveDe(x,y)) \vee ChaveCompostaDe(x,y)$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x,y \neg Efraca(y) \vee \neg ChaveDe(x,y) \vee ChaveCompostaDe(x,y)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg Efraca(y) \vee \neg ChaveDe(x,y) \vee ChaveCompostaDe(x,y)$$

12) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r$ Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \wedge (a2 = total) \wedge (a1 =1 \wedge b1= 1) \wedge ChaveDe(c,b) \Rightarrow ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r \neg[Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \wedge (a2 = total) \wedge (a1 =1 \wedge b1= 1) \wedge ChaveDe(c,b)] \vee (ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b)))$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r [\neg Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \vee \neg(a2 = total) \vee \neg a1 =1 \vee \neg b1= 1 \vee \neg ChaveDe(c,b)] \vee (ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b)))$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$[\neg Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \vee \neg(a2 = total) \vee \neg(a1 = Cardinalidade(1) \wedge \neg b1= 1) \vee \neg ChaveDe(c,b)] \vee (ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b)))$$

- ◆ Aplicação da Distributividade:

Eliminação do Quantificador Universal:

$$[\neg Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \vee \neg(a2 = total) \vee \neg(a1 = Cardinalidade(1) \wedge \neg b1= 1) \vee \neg ChaveDe(c,b)] \vee (ChaveEstrangeiraDe(c,a) \wedge$$

$$[\neg Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \vee \neg(a2 = total) \vee \neg(a1 = Cardinalidade(1) \wedge \neg b1= 1) \vee \neg ChaveDe(c,b)] \vee Referencia(ComponenteRel(c, a), ComponenteRel(c, b))$$

13) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r$ Relacionamento(r, Componente(a, a1, a2), Componente(b, b1, b2)) \wedge (a2 = total) \wedge (a1 =1 \wedge b1= 1) \wedge AtributoDe(at, t, r) \Rightarrow AtributoRelDe(at, a)

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r \neg [(\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2))) \wedge (a2 = \text{total}) \wedge (a1 = 1 \wedge b1 = 1) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r))] \vee \text{AtributoRelDe}(at, a)$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r [\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a2 = \text{total}) \vee \neg(a1 = 1 \wedge b1 = 1) \vee \neg \text{AtributoDe}(at, t, r)] \vee \text{AtributoRelDe}(at, a)$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$[\neg (\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2))) \vee \neg(a2 = \text{total}) \vee \neg(a1 = 1 \wedge b1 = 1) \vee \neg \text{AtributoDe}(at, t, r)] \vee \text{AtributoRelDe}(at, a)$$

14) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = 1 \wedge b1 = N) \wedge \text{ChaveDe}(c, a) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, b) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, b), \text{ComponenteRel}(c, a))$

- ◆ Eliminação da Implicação:

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r \neg [\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = 1 \wedge b1 = N) \wedge \text{ChaveDe}(c, a)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, b) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, b), \text{ComponenteRel}(c, a))$$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c, r [\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = 1 \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c, a)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, b) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, b), \text{ComponenteRel}(c, a))$$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = 1 \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c, a)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, b) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, b), \text{ComponenteRel}(c, a))$$

- ◆ Aplicando a Distribuição

$$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = 1 \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c, a)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c, b) \wedge$$

$$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = 1 \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c, a)] \vee \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(c, b), \text{ComponenteRel}(c, a))$$

15) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b,$

$b1, b2)) \wedge (a1 = 1 \wedge b1 = N) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(at, b)$

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r \neg[\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = 1 \wedge b1 = N) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r)] \vee \text{AtributoRelDe}(at, b)$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, r \neg\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = 1) \vee \neg(b1 = N) \vee \neg\text{AtributoDe}(at, t, r) \vee \text{AtributoRelDe}(at, b)$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = 1) \vee \neg(b1 = N) \vee \neg\text{AtributoDe}(at, t, r) \vee \text{AtributoRelDe}(at, b)$

16) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, r \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = N \wedge b1 = N) \Rightarrow \text{Relação}(r)$

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, r \neg[\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = N \wedge b1 = N)] \vee \text{Relação}(r)$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, r \neg\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \text{Relação}(r)$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \text{Relação}(r)$

17) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c1, c2, r \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = N \wedge b1 = N) \wedge \text{ChaveDe}(c1, a) \wedge \text{ChaveDe}(c2, b) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveEstrangeiraDe}(c2, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c2, r)$

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c1, c2, r \neg[\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = N \wedge b1 = N) \wedge \text{ChaveDe}(c1, a) \wedge \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveEstrangeiraDe}(c2, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c2, r)$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, c1, c2, r \ [\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c1, a) \vee \neg \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveEstrangeiraDe}(c2, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c2, r)$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c1, a) \vee \neg \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveEstrangeiraDe}(c2, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c1, r) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(c2, r)$

- ◆ Aplicando a Distribuição:

$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c1, a) \vee \neg \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c1, r) \wedge$

$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c1, a) \vee \neg \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(c2, r) \wedge$

$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c1, a) \vee \neg \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveCompostaDe}(c1, r) \wedge$

$[\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{ChaveDe}(c1, a) \vee \neg \text{ChaveDe}(c2, b)] \vee \text{ChaveCompostaDe}(c2, r)$

18) $\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, t, r \ \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = N \wedge b1 = N) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(at, r)$

- ◆ Eliminação da Implcação:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, t, r \ \neg [\text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \wedge (a1 = N \wedge b1 = N) \wedge \text{AtributoDe}(at, t, r)] \vee \text{AtributoRelDe}(at, r)$

- ◆ Aplicação de De Morgan:

$\forall a, a1, a2, b, b1, b2, at, t, r \ \neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{AtributoDe}(at, t, r) \vee \text{AtributoRelDe}(at, r)$

- ◆ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg \text{Relacionamento}(r, \text{Componente}(a, a1, a2), \text{Componente}(b, b1, b2)) \vee \neg(a1 = N \wedge b1 = N) \vee \neg \text{AtributoDe}(at, t, r) \vee \text{AtributoRelDe}(at, r)$

19) $\forall x, y \ \text{Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \Rightarrow \text{Relação}(y)$

- ◆ Eliminação da Implcação:

$$\forall x,y \neg(\text{Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x)) \vee \text{Rela\c{c}\~ao}(y)$$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x,y \neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \text{Rela\c{c}\~ao}(y)$$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \text{Rela\c{c}\~ao}(y)$$

$$\mathbf{20) \forall x,y,z \text{ Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \wedge \text{ChaveDe}(z, x) \Rightarrow \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(y, z), \text{ComponenteRel}(x, z))) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)}$$

- ♦ Eliminação da Implicação:

$$\forall x,y,z \neg[\text{Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \wedge \text{ChaveDe}(z, x)] \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(y, z), \text{ComponenteRel}(x, z))) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)$$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$$\forall x,y,z \neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \neg\text{ChaveDe}(z, x) \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(y, z), \text{ComponenteRel}(x, z))) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)$$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$$\neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \neg\text{ChaveDe}(z, x) \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(y, z), \text{ComponenteRel}(x, z))) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)$$

- ♦ Aplicando a distribuição:

$$\neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \neg\text{ChaveDe}(z, x) \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \neg\text{ChaveDe}(z, x) \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{Referencia}(\text{ComponenteRel}(y, z), \text{ComponenteRel}(x, z))) \wedge \neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \neg\text{ChaveDe}(z, x) \vee \text{ChaveEstrangeiraDe}(z, y) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)$$

$$\mathbf{21) \forall x,y,z \text{ Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \Rightarrow \text{AtributoRelDe}(z, y) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y)}$$

- ♦ Eliminação da Implicação:

$\forall x,y,z \neg(\text{Entidade}(x) \wedge \text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x)) \vee (\text{AtributoRelDe}(z, y) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y))$

- ♦ Aplicação de De Morgan:

$\forall x,y,z \neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee (\text{AtributoRelDe}(z, y) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y))$

- ♦ Eliminação do Quantificador Universal:

$\neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee (\text{AtributoRelDe}(z, y) \wedge \text{ChaveCompostaDe}(z, y))$

- ♦ Aplicação da Distributividade:

$\neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee (\text{AtributoRelDe}(z, y) \wedge$

$\neg\text{Entidade}(x) \vee \neg\text{AtributoDe}(y, \text{TipoMultivalorado}, x) \vee \text{ChaveCompostaDe}(z, y)$

METAS

1. Passíveis de serem provadas:

relacao(empregado).

relacao(departamento).

relacao(trabalhaEm).

atributoRelDe(nome, empregado).

atributoRelDe(dataNascimento, empregado).

atributoRelDe(nome, departamento).

atributoRelDe(dataInicio, departamento).

atributoRelDe(horas, trabalhaEm).

atributoRelDe(sexo, dependente).

atributoRelDe(dataNascimento, dependente).

atributoRelDe(renomeacao(localizacao), localizacao).

chavePrimariaDe(ssn, empregado).

chavePrimariaDe(numero, departamento).

chavePrimariaDe(numero, projeto).

chaveEstrangeiraDe(ssn , empregado).

chaveEstrangeiraDe(numero, empregado).

chaveEstrangeiraDe(ssn , departamento).

chaveEstrangeiraDe(numero , projeto).

chaveEstrangeiraDe(ssn, trabalhaEm).

chaveCompostaDe(ssn, trabalhaEm).

chaveCompostaDe(numero, trabalhaEm).

chaveCompostaDe(ssn, dependente).

referencia(componenteRel(ssn, empregado), componenteRel(ssn, empregado)).

referencia(componenteRel(numero, empregado), componenteRel(numero, departamento)).

referencia(componenteRel(ssn, departamento), componenteRel(ssn, empregado)).

referencia(componenteRel(ssn, trabalhaEm), componenteRel(ssn, empregado)).

referencia(componenteRel(numero, trabalhaEm), componenteRel(numero, projeto)).

2. Não passíveis de serem provadas:

atributoRelDe(dataInicio, gerencia).

o atributo “dataInicio” do relacionamento “gerencia” no esquema conceitual não será mapeado como um atributo “dataInicio” de uma relação “gerencia” no esquema relacional porque esse relacionamento não será mapeado como uma relação.

atributoRelDe(localizacao, departamento).

o atributo “localizacao” da entidade “departamento” no esquema conceitual não será mapeado como um atributo “localizacao” da relação “departamento” no esquema relacional devido ele ser multivalorado e precisar ser mapeado como uma relação a parte.

chavePrimariaDe(X, dependente).

a relação “dependente” não terá chave primária comum mais sim uma chave composta por ser o mapeamento de uma entidade fraca no esquema conceitual.

chavePrimariaDe(X, trabalhaEm).

a relação “trabalhaEm” não terá chave primária comum mais sim uma chave composta por ser o mapeamento de um relacionamento no esquema conceitual.