

Desenvolvendo Modelos de Dados para Bancos de Dados de Negócios

Objetivos de Aprendizagem

Este capítulo amplia seus conhecimentos sobre modelagem de dados da notação dos diagramas entidade–relacionamento (DER) para o desenvolvimento de modelos de dados para banco de dados de negócios, juntamente com regras para converter diagramas entidade–relacionamento em tabelas relacionais. No final deste capítulo, o aluno deverá ter adquirido os conhecimentos e habilidades abaixo:

- Desenvolver DERs que sejam consistentes com problemas narrativos.
- Utilizar transformações para gerar DERs alternativos.
- Documentar decisões de projeto implícitas em um DER.
- Analisar um DER quanto a erros comuns de projeto.
- Converter um DER em um projeto de tabela utilizando as regras de conversão.

Visão Geral

O Capítulo 5 explicou a notação Pé-de-Galinha para diagramas entidade–relacionamento. Você aprendeu sobre símbolos de diagramas, padrões de relacionamento, hierarquias de generalização e regras para consistência e completude. A compreensão da notação é um pré-requisito para sua aplicação na representação de bancos de dados de negócios. Este capítulo explica o desenvolvimento de modelos de dados para bancos de dados de negócios utilizando a notação Pé-de-Galinha e as regras para converter DERs em tabelas.

Para tornar-se um bom modelador de dados, você precisa entender a notação nos diagramas entidade–relacionamento e ter muita prática na construção de diagramas. Este capítulo fornece o treinamento aplicando a notação. Você aprenderá a analisar um problema narrativo, refinar um projeto por meio de transformações, documentar decisões de projeto importantes e analisar um modelo de dados quanto a erros comuns de projeto. Após a finalização de um DER, o diagrama deve ser convertido em tabelas relacionais de modo que possa ser implementado em um SGBD comercial. Este capítulo apresenta regras para a conversão de um diagrama entidade–relacionamento em um projeto de tabelas. Você aprenderá as regras básicas de como converter partes comuns de um diagrama juntamente com regras específicas para partes menos comuns de um diagrama.

Com esses conhecimentos você está pronto para construir DERs para situações de negócios de tamanho moderado. Você deve confiar em seus conhecimentos da notação Pé-de-Galinha, aplicando a representação em problemas narrativos, e convertendo diagramas em projeto de tabelas.

6.1 Analisando Problemas de Modelagem de Dados de Negócios

Após estudar a notação Pé-de-Galinha, você está pronto para aplicar seus conhecimentos. Esta seção apresenta diretrizes para analisar as necessidades de informações dos ambientes de negócios. As diretrizes envolvem a análise de descrições de problemas narrativos, bem como os desafios na determinação dos requisitos de informações em situações de negócios não-estruturadas. Após a apresentação das diretrizes, elas serão aplicadas no desenvolvimento de um DER para um exemplo de problema de modelagem de dados de negócios.

6.1.1 Diretrizes para a Análise das Necessidades de Informações de Negócios

A modelagem de dados envolve a coleta e a análise dos requisitos de negócios, resultando em um DER para representar esses requisitos. Raramente os requisitos de negócios são bem-estruturados. Em vez disso, como analista você enfrentará com frequência uma situação de negócios mal definida que deverá estruturar. Você precisará interagir com uma variedade de stakeholders¹ que algumas vezes fornecem declarações conflitantes sobre os requisitos do banco de dados. Na coleta dos requisitos, você fará entrevistas, revisará documentos e documentações do sistema e examinará os dados existentes. Você precisará eliminar detalhes irrelevantes e adicionar detalhes que faltam, para determinar o objetivo do banco de dados. Em projetos de grandes dimensões, você poderá trabalhar em um subconjunto de requisitos e então colaborar com uma equipe de analistas para determinar o modelo de dados completo.

Esses desafios tornam a modelagem de dados uma atividade intelectual estimulante e recompensadora. Um modelo de dados fornece um elemento essencial para padronizar o vocabulário de uma organização, reforçar regras de negócios e assegurar a qualidade de dados adequada. Muitos usuários irão vivenciar os resultados de seus esforços, pois utilizam o banco de dados diariamente. Como os dados em meio eletrônico tornaram-se um recurso vital em uma empresa, seus esforços de modelagem de dados podem ter uma contribuição significativa para o futuro sucesso de uma empresa.

Um livro não pode fornecer a experiência de projetar bancos de dados reais. Os problemas mais difíceis do capítulo e estudos de caso associados no site do curso podem fornecer algumas percepções das dificuldades no projeto de bancos de dados reais, porém não fornecerão a prática de uma experiência real. Para adquirir essa experiência, você deve interagir com organizações por meio de projetos de classe, estágios e experiências de trabalho. Este capítulo enfatiza o objetivo mais limitado de analisar problemas narrativos como uma etapa no desenvolvimento de habilidades de modelagem de dados para situações reais de negócios. A análise de problemas narrativos o ajudará a ganhar confiança na tradução da definição de um problema em um DER e a identificar partes ambíguas e incompletas das definições de um problema.

O principal objetivo ao analisar definições de um problema narrativo é criar um DER que seja consistente com a descrição. O DER não deve contradizer os elementos implícitos de DER na descrição do problema. Por exemplo, se a definição do problema indica que os conceitos estão relacionados por palavras indicando mais de um, o DER deverá ter a cardinalidade de muitos para atender a essa parte da definição do problema. O lembrete desta seção e da Seção 6.3.2 fornece mais detalhes sobre como obter um DER consistente.

Além do objetivo da consistência, você deve ter uma inclinação por projetos mais simples em vez de mais complexos. Por exemplo, um DER com um tipo de entidade é menos complexo do que um tipo de entidade com dois tipos de entidades e um relacionamento. Em geral, quando existe opção entre dois DERs, você deve escolher o projeto

objetivos da análise de problemas narrativos

esforce-se para obter um projeto simples que seja consistente com a descrição. Esteja preparado para seguir com a coleta de requisitos adicionais e consideração por projetos alternativos.

¹ NRT: São pessoas ou organizações que serão afetadas pelo sistema e que têm influência direta ou indireta nos requisitos do sistema.

mais simples, especialmente nas etapas iniciais do processo de projeto. À medida que o processo avança, você poderá adicionar detalhes e refinamentos.

Identificando Tipos de Entidades

Em uma narrativa, você deve procurar por substantivos envolvendo pessoas, coisas, locais e eventos como tipos de entidades em potencial. Os substantivos podem aparecer como sujeitos ou objetos em sentenças. Por exemplo, a sentença “Os alunos assistem a cursos na universidade” indica que aluno e curso podem ser tipos de entidades. Você também deve procurar por substantivos que possuam sentenças adicionais que descrevam suas propriedades. Geralmente as propriedades indicam atributos dos tipos de entidades. Por exemplo, a sentença “Os alunos escolhem suas matérias principais e secundárias em seu primeiro ano” indica que matéria principal e matéria secundária podem ser atributos de aluno. A sentença “Os cursos possuem um número, semestre, ano e a sala listados no catálogo” indica que número, semestre, ano e sala são atributos de curso.

Os princípios da simplicidade deverão ser aplicados durante a pesquisa por tipos de entidades no DER inicial, especialmente quando envolve seleções entre atributos e tipos de entidades. A menos que a descrição do problema contenha sentenças adicionais ou detalhes sobre um substantivo, você deve considerá-lo, inicialmente, como um atributo. Por exemplo, se os cursos possuem um nome de professor listado no catálogo, então você deve considerar o nome do professor como atributo do tipo de entidade curso, em vez de um tipo de entidade, a menos que sejam fornecidos detalhes adicionais sobre os professores na descrição do problema. Caso haja confusão entre considerar um conceito como atributo ou tipo de entidade, você deve obter mais detalhes dos requisitos posteriormente.

Determinando as Chaves Primárias

A identificação das chaves primárias é uma parte importante da identificação do tipo de entidade. Em condições ideais, as chaves primárias deveriam ser estáveis e com uma única finalidade. “Estável” significa que uma chave primária nunca deveria mudar depois de atribuída a uma entidade. “Com uma única finalidade” significa que um atributo de uma chave primária não deveria ter outra finalidade senão a identificação da entidade. Em geral, boas opções de chaves primárias são valores inteiros gerados automaticamente pelo SGBD. Por exemplo, o Access possui o tipo de dados AutoNumeração para as chaves primárias e o Oracle possui o objeto Seqüência para chaves primárias.

Se os requisitos indicam a chave primária para um tipo de entidade, você deverá assegurar-se de que a chave primária proposta seja estável e com uma única finalidade. Se a chave primária proposta não atende a nenhum dos critérios, então provavelmente você deverá rejeitá-la como chave primária. Se a chave primária proposta atende somente a um dos critérios, então você deverá explorar outros atributos para a chave primária. Algumas vezes, as práticas de uma empresa ou organização ditam a escolha da chave primária, mesmo que esta escolha não seja a ideal.

Além das chaves primárias, você deverá identificar também outros atributos únicos (chaves candidatas). Por exemplo, geralmente o e-mail de um funcionário é único. A integridade das chaves candidatas pode ser importante para a pesquisa e a integração com bancos de dados externos. Dependendo dos recursos da ferramenta de diagramação do DER que está utilizando, você deverá observar que um atributo é único seja na especificação de atributo ou na documentação sem formatação. As restrições de unicidade podem ser cumpridas depois que o DER é convertido em projeto de tabelas.

Acrescentando Relacionamentos

Os relacionamentos com frequência aparecem como verbos ligando substantivos identificados anteriormente como tipos de entidades. Por exemplo, a sentença “Os alunos matriculam-se em cursos a cada semestre” indica um relacionamento entre alunos e cursos. Para a cardinalidade do relacionamento, você deverá olhar o número (singular ou plural) dos substantivos, juntamente com outras palavras que indiquem cardinalidade. Por exemplo, a sentença “O curso é lecionado por um professor” indica que existe um professor para cada

curso. Você também deverá procurar palavras como “coleção” e “conjunto” que indiquem a cardinalidade máxima de mais de um. Por exemplo, a sentença “Um pedido contém uma coleção de itens” indica que um pedido está relacionado com vários itens. A cardinalidade mínima pode ser indicada por palavras como “opcional” e “necessário”. Na falta da indicação da cardinalidade mínima, o padrão deverá ser obrigatório. Deverá ser feita uma coleta adicional de requisitos para confirmar as seleções-padrão.

Você deve estar ciente de que indicações de relacionamentos em descrições de problemas poderão levar a ligações diretas ou indiretas em um DER. Uma ligação direta envolve um relacionamento entre os tipos de entidades. Uma ligação indireta envolve uma ligação por meio de outros tipos de entidades e relacionamentos. Por exemplo, a sentença “Um conselheiro aconselha os alunos sobre a escolha das matérias principais” pode indicar relacionamentos diretos ou indiretos entre conselheiro, aluno e matéria principal.

Para ajudar com as escolhas difíceis entre ligações diretas e indiretas, você deverá procurar tipos de entidades que estão envolvidos em vários relacionamentos. Esses tipos de entidades podem reduzir o número de relacionamentos em um DER sendo colocados como um ponto central ligado diretamente a outros tipos de entidades, tal como raios de uma roda. Os tipos de entidades que derivam de documentos importantes (pedidos, registros, ordens de compra, etc.) geralmente são pontos centrais em um DER. Por exemplo, um tipo de entidade pedido pode estar relacionado diretamente com consumidor, funcionário e produto, eliminando a necessidade de ligações diretas entre todos os tipos de entidades. Essas escolhas serão destacadas na análise dos requisitos de informação do serviço de água na próxima seção.

Resumo das Diretrizes de Análise

Ao analisar a definição de um problema narrativo, você deve desenvolver um DER que represente consistentemente toda a descrição. Quando tiver escolha entre DERs consistentes, você deverá favorecer os projetos mais simples em vez dos mais complexos. Você deverá observar também as ambigüidades e falta de completeza na definição do problema. As diretrizes discutidas nesta seção podem ajudá-lo em sua análise inicial de problemas de modelagem de dados. As Seções 6.2 e 6.3 apresentam métodos de análise adicionais para revisar e finalizar DERs. A Tabela 6.1 apresenta um resumo para ajudá-lo a lembrar as diretrizes discutidas nesta seção.

TABELA 6.1 Resumo das Diretrizes de Análise para Problemas Narrativos

Elemento do diagrama	Diretrizes de análise	Efeito no DER
Identificação do tipo de entidade	Procure substantivos utilizados como sujeitos ou objetos, juntamente com detalhes adicionais em outras sentenças.	Adicione tipos de entidades ao DER. Se o substantivo não possui detalhes de apoio, considere-o como atributo.
Determinação da chave primária	Procure atributos estáveis e com uma única finalidade para chaves primárias. A narrativa deve indicar unicidade.	Especifique chaves primárias e candidatas.
Descoberta de relacionamento (direto ou indireto)	Procure verbos que ligam substantivos identificados como tipos de entidades.	Adicione relacionamento direto entre tipos de entidades ou observe que deve existir uma ligação entre tipos de entidades.
Determinação da cardinalidade (máxima)	Procure a designação singular ou plural dos substantivos nas sentenças que indicam relacionamento.	Especifique as cardinalidades de 1 e M (muitos).
Determinação da cardinalidade (mínima)	Procure o sentido opcional ou exigido nas sentenças. Estabeleça exigido como padrão se a definição do problema não indica a cardinalidade mínima.	Especifique as cardinalidades de 0 (opcional) e 1 (obrigatório).
Simplificação do relacionamento	Procure tipos de entidades centrais como substantivos utilizados em várias sentenças ligadas a outros substantivos identificados como tipos de entidades.	O tipo de entidade central possui relacionamentos diretos com outros tipos de entidades. Elimine outros relacionamentos caso exista uma ligação direta por meio de um tipo de entidade central.

6.1.2 Análise dos Requisitos de Informação para o Banco de Dados do Serviço de Abastecimento de Água

Esta seção apresenta os requisitos para um banco de dados de consumidor para um serviço municipal de abastecimento de água. Você pode assumir que esta descrição resulta da pesquisa inicial com os funcionários indicados na empresa de abastecimento de água. Após a descrição, são utilizadas as diretrizes apresentadas na Seção 6.1.1 para analisar a descrição da definição e desenvolvimento de um DER.

Requisitos de Informação

O banco de dados de abastecimento de água deverá fornecer suporte ao registro de consumo de água e à cobrança do consumo de água. O banco de dados deverá conter dados sobre consumidores, taxas, consumo de água e cobrança, para fornecer suporte a essas funções. Outras funções como processamento do pagamento e serviço de atendimento a consumidores foram omitidas desta descrição para abreviá-la. A lista a seguir descreve mais detalhadamente os requisitos de informação.

- Os dados do consumidor incluem um número específico para cada consumidor, um nome, um endereço de cobrança, um tipo (comercial ou residencial), a taxa aplicável e um conjunto (um ou mais) de medidores.
- Os dados do medidor incluem um número específico de medidor, um endereço, um tamanho e um modelo. O número do medidor é gravado nele antes de sua colocação em funcionamento. O medidor é associado a um consumidor por vez.
- Um funcionário lê periodicamente cada medidor em uma data programada. Quando é feita a leitura do medidor, é criado um documento de leitura do medidor contendo um número único de leitura do medidor, o número do funcionário, o número do medidor, um registro de tempo (inclui data e hora) e o nível de consumo. Quando o medidor é colocado em funcionamento pela primeira vez, não há leituras associadas a ele.
- A taxa inclui um número de taxa específico, uma descrição, um valor fixo em reais, um limite de consumo e um valor variável (reais por metro cúbico). O consumo até o limite é cobrado pelo valor fixo. O consumo que excede o limite é cobrado pelo valor variável. As taxas são designadas para os consumidores utilizando inúmeros fatores como: tipo de consumidor, endereço e fatores de ajuste. Vários consumidores podem receber a mesma taxa. Normalmente as taxas são propostas meses antes da aprovação e associadas aos consumidores.
- As contas da empresa de abastecimento de água baseiam-se nas leituras mais recentes dos consumidores e nas taxas aplicáveis. Uma conta consiste em um cabeçalho e uma lista de linhas de detalhamento. A parte do cabeçalho contém um número de conta específico, um número de consumidor, uma data de elaboração, um prazo de pagamento e um intervalo de dias do período de consumo. Cada linha de detalhamento contém um número de medidor, um nível de consumo e um valor. O nível de consumo de água é calculado subtraindo-se os níveis de consumo das duas leituras mais recentes do medidor. O valor é calculado multiplicando-se o nível de consumo pela taxa do consumidor.

Identificação dos Tipos de Entidade e das Chaves Primárias

Os substantivos mais importantes na descrição são: consumidor, medidor, conta, leitura e taxa. A narrativa descreve atributos associados para cada um desses substantivos. A Figura 6.1 mostra o DER preliminar com os tipos de entidades para os substantivos e atributos associados. Observe que coleções de coisas não são atributos. Por exemplo, o fato de um consumidor ter um conjunto de medidores será mostrado como relacionamento, em vez de um atributo do tipo de entidade Consumidor. Além disso, as referências entre estes tipos de entidades serão mostradas como relacionamentos em vez de atributos. Por exemplo, o fato de que uma leitura contém um número de medidor será registrado como relacionamento.

A narrativa menciona especificamente a unicidade do número do consumidor, do número do medidor, do número da leitura, do número da conta e do número da taxa. O número da conta, o número da leitura e o número do medidor parecem estáveis e com uma

FIGURA 6.1
Tipos de Entidades e Atributos Preliminares do Banco de Dados da Empresa de Abastecimento de Água

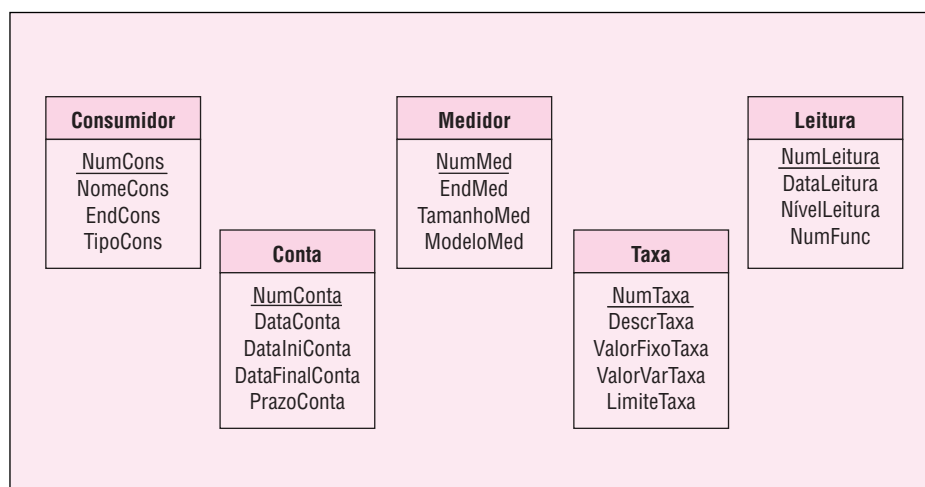
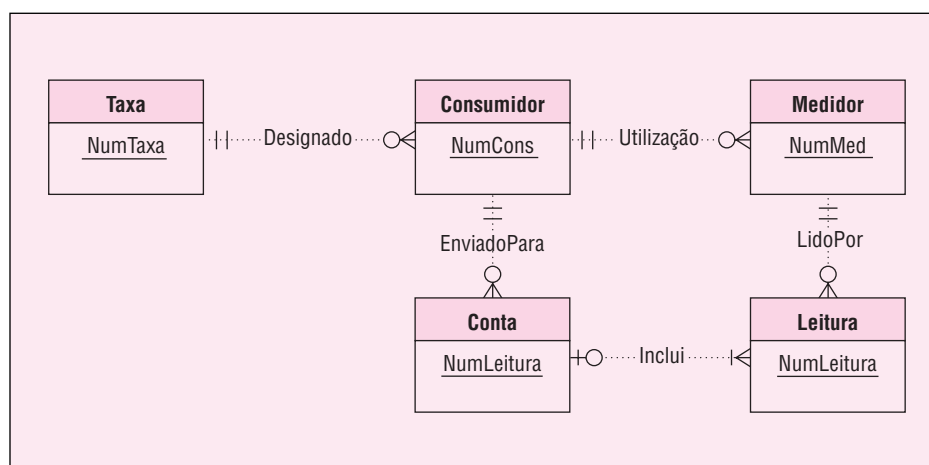


FIGURA 6.2
Tipos de Entidades Ligados por Relacionamentos



única finalidade, pois estão gravados em objetos físicos. Deve-se pesquisar mais para determinar se o número do consumidor e o número da taxa são estáveis e com uma única finalidade. Como a narrativa não descreve utilizações adicionais para estes atributos, presume-se inicialmente no DER que estes atributos são adequados como chaves primárias.

Adição de Relacionamentos

Após a identificação dos tipos de entidades e atributos, vamos continuar fazendo a ligação dos tipos de entidades com relacionamentos como mostrado na Figura 6.2. Na Figura 6.2 são mostradas apenas as chaves primárias a fim de reduzir o tamanho do DER. Um bom ponto para começar é com as partes da narrativa que indicam relacionamentos entre tipos de entidades. A lista a seguir explica a derivação dos relacionamentos da narrativa.

- Para o relacionamento *Designado*, a narrativa estabelece que um consumidor possui uma taxa e vários consumidores podem ter a mesma taxa. Essas duas definições indicam um relacionamento 1-M de *Taxa* para *Consumidor*. Para as cardinalidades mínimas, a narrativa indica que a taxa é exigida para um consumidor e que as taxas são propostas antes de sua associação aos consumidores.
- Para o relacionamento *Utilizacao*, a narrativa estabelece que um consumidor inclui um conjunto de medidores e um medidor é associado a um consumidor por vez. Essas duas definições indicam um relacionamento 1-M de *Consumidor* para *Medidor*. Para as cardinalidades mínimas, a narrativa indica que um consumidor deve ter pelo menos um medi-

dor. A narrativa não indica a cardinalidade mínima para um medidor, portanto pode ser selecionado 0 ou 1. A documentação deve observar esta falta de definição nas especificações.

- Para o relacionamento *LidoPor*, a narrativa indica que uma leitura de medidor possui um número de medidor, e os medidores são lidos periodicamente. Essas duas definições indicam um relacionamento 1-M de *Medidor* para *Leitura*. Para as cardinalidades mínimas, a narrativa indica que o medidor é exigido para uma leitura e que um medidor novo não possui nenhuma leitura associada.
- Para o relacionamento *EnviadoPara*, a narrativa indica que o cabeçalho de uma conta contém um número de consumidor e contas são enviadas periodicamente para consumidores. Essas duas definições indicam um relacionamento 1-M de *Consumidor* para *Conta*. Para as cardinalidades mínimas, a narrativa indica que o consumidor é exigido para uma conta e que um consumidor não possui nenhuma conta associada até que os medidores do consumidor sejam lidos.

O relacionamento *Inclui* entre os tipos de entidade *Conta* e *Leitura* é sutil. O relacionamento *Inclui* é 1-M, pois uma conta pode envolver um conjunto de leituras (uma em cada linha de detalhamento), e uma leitura está relacionada com uma conta. O nível de consumo e o valor em uma linha de detalhamento são valores calculados. O relacionamento *Inclui* liga uma conta a suas leituras de medidor mais recentes, dando suporte, assim, ao cálculo do consumo e do valor. Esses valores podem ser armazenados caso seja mais eficiente armazená-los em vez de computá-los quando necessário. Se os valores são armazenados, então os atributos podem ser adicionados ao relacionamento *Inclui* ou ao tipo de entidade *Leitura*.

6.2 Refinamentos de um DER

Geralmente a modelagem de dados é um processo iterativo ou repetitivo. Você constrói um modelo de dados preliminar e então o refina várias vezes. No refinamento de um modelo de dados, você deveria gerar alternativas viáveis e avaliá-las de acordo com as necessidades do usuário. Tipicamente, você precisa coletar informações adicionais de usuários para avaliar alternativas. Esse processo de refinamento e avaliação poderá continuar várias vezes para bancos de dados maiores. Esta seção descreve alguns dos refinamentos possíveis para o projeto inicial do DER da Figura 6.2, para descrever melhor a natureza repetitiva da modelagem de dados.

6.2.1 Transformando atributos em tipos de entidades

Um refinamento comum é transformar um atributo em um tipo de entidade. Essa transformação é útil quando um banco de dados deve conter mais do que somente o identificador de uma entidade. Esta transformação envolve acrescentar mais um tipo de entidade e um relacionamento 1-M. No DER da empresa de abastecimento de água, o tipo de entidade *Leitura* contém o atributo *NumFunc*. Caso sejam necessários outros dados sobre um funcionário, *NumFunc* pode ser ampliado para uma entrada de tipo de entidade e um relacionamento 1-M como mostrado na Figura 6.3.

6.2.2 Dividindo atributos compostos

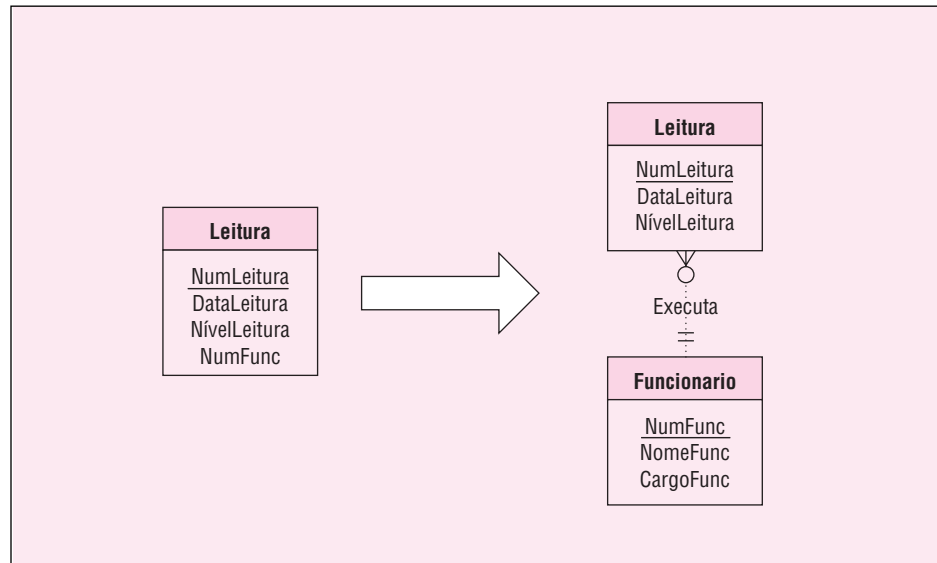
Outro refinamento comum é dividir os atributos compostos em atributos menores. Um atributo composto contém vários tipos de dados. Por exemplo, o tipo de entidade *Consumidor* possui um atributo de endereço que contém dados sobre rua, cidade, estado e código postal de um consumidor. A divisão de atributos compostos pode facilitar a busca por dados embutidos. Dividindo-se o atributo endereço como mostrado na Figura 6.4 possibilitará pesquisas sobre rua, cidade, estado e código postal.

6.2.3 Expandindo tipos de entidades

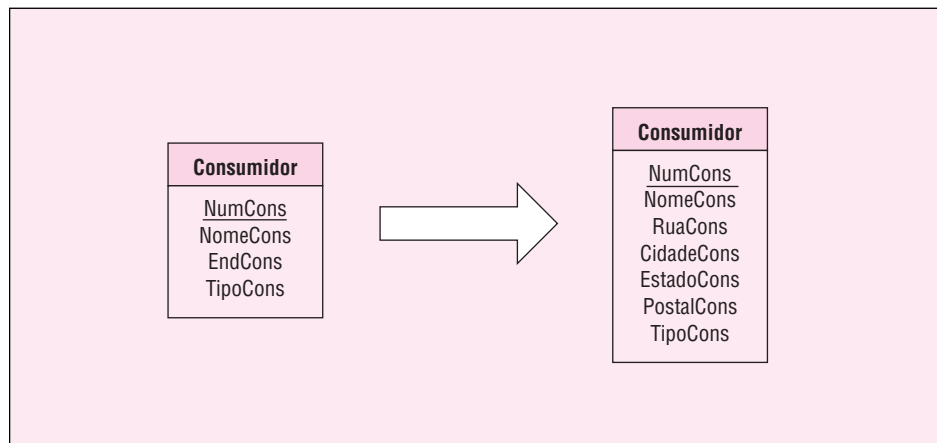
Um terceiro tipo de transformação é dividir um tipo de entidade em dois tipos de entidades e um relacionamento. Essa transformação pode ser útil ao registrar um nível mais fino de detalhamento sobre uma entidade. Por exemplo, as taxas no banco de dados da empresa de

FIGURA 6.3

Transformação de um Atributo em Tipo de Entidade

**FIGURA 6.4**

Divisão do Atributo EndCons em Atributos Compostos



abastecimento de água aplicam-se a todos os níveis de consumo além do nível fixado. Ela pode ser útil para obter uma estrutura mais complexa na qual o valor variável depende do nível de consumo. A Figura 6.5 mostra uma transformação do tipo de entidade *Taxa* para dar condições a uma estrutura de taxa mais complexa. O tipo de entidade *ConjTaxa* representa um conjunto de taxas aprovadas pela comissão administradora da empresa. A chave primária do tipo de entidade *Taxa* empresta do tipo de entidade *ConjTaxa*. Não é necessária uma dependência de identificador ao transformar um tipo de entidade em dois tipos de entidades e um relacionamento. Nesta situação, a dependência de identificador é útil, porém em outras situações, pode não ser.

6.2.4 Transformando uma entidade fraca em uma entidade forte

O quarto tipo de transformação é tornar uma entidade fraca em entidade forte e alterar os relacionamentos identificadores associados em relacionamentos não-identificadores. Essa transformação pode tornar mais fácil referenciar um tipo de entidade após a conversão em tabela. Após a conversão, uma referência a uma entidade fraca envolverá uma chave estrangeira combinada com mais de uma coluna. Essa transformação é muito útil para tipos de entidades associativas, especialmente tipos de entidades associativas representando relacionamentos N-ários.

FIGURA 6.5
Transformação de
um Tipo de Entidade
em Dois Tipos de
Entidades e um
Relacionamento

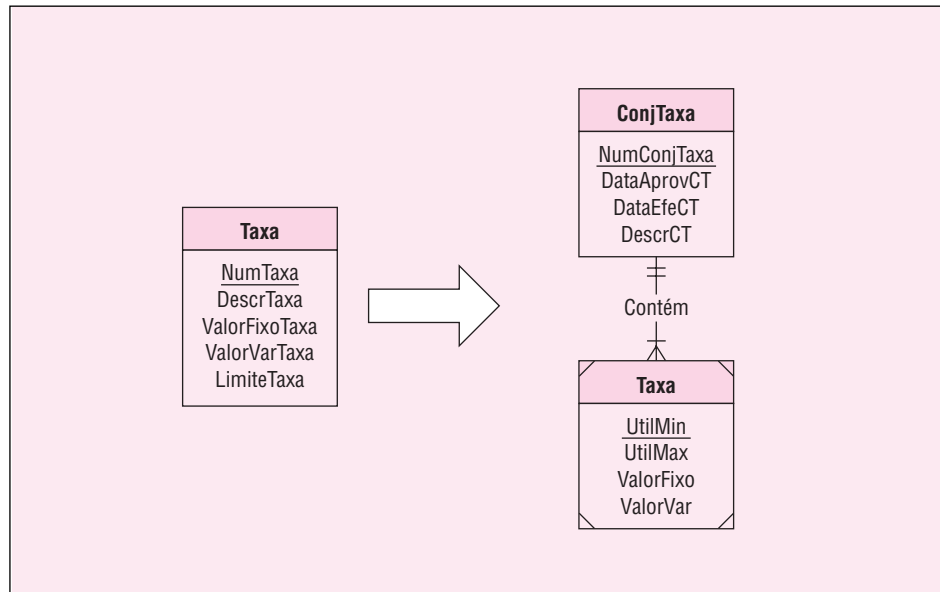
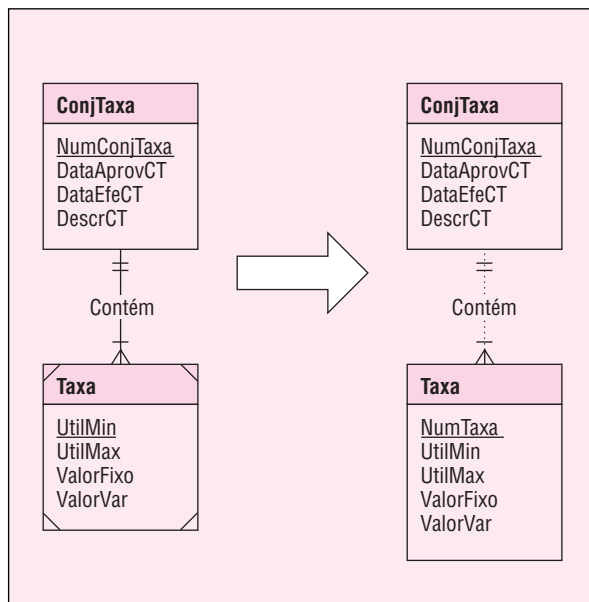


FIGURA 6.6
Transformação de
uma Entidade Fraca
em uma Entidade
Forte



A Figura 6.6 mostra a transformação da entidade fraca *Taxa* em uma entidade forte. A transformação envolve a alteração da entidade fraca em uma entidade forte e a alteração de cada relacionamento identificador em relacionamento não-identificador. Além disso, pode ser necessário acrescentar um novo atributo para servir como chave primária. Na Figura 6.6, o Atributo novo *NumTaxa* é a chave primária, pois *UtilMin* não identifica com unicidade as taxas. O projetista deve notar que a combinação de *NumConjTaxa* e *UtilMin* é única na documentação de projeto de modo que pode ser especificada uma restrição de chave candidata após a conversão em tabela.

6.2.5 Adicionando Histórico

A quinta transformação é acrescentar detalhes históricos a um modelo de dados. Os detalhes históricos podem ser necessários para exigências legais, bem como para requisitos de relatórios estratégicos. Essa transformação pode ser aplicada a atributos e relacionamentos.

FIGURA 6.7
Adicionando
Histórico ao Atributo
CargoFunc

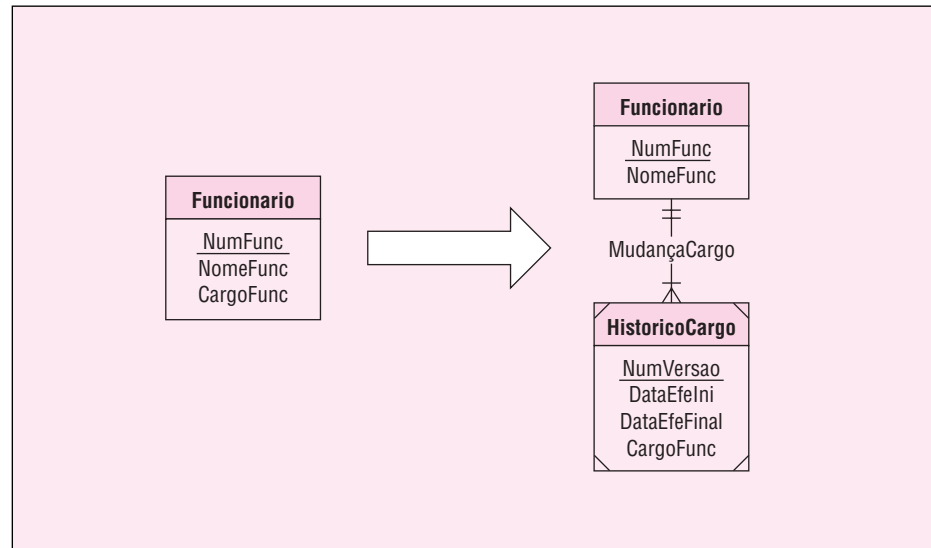
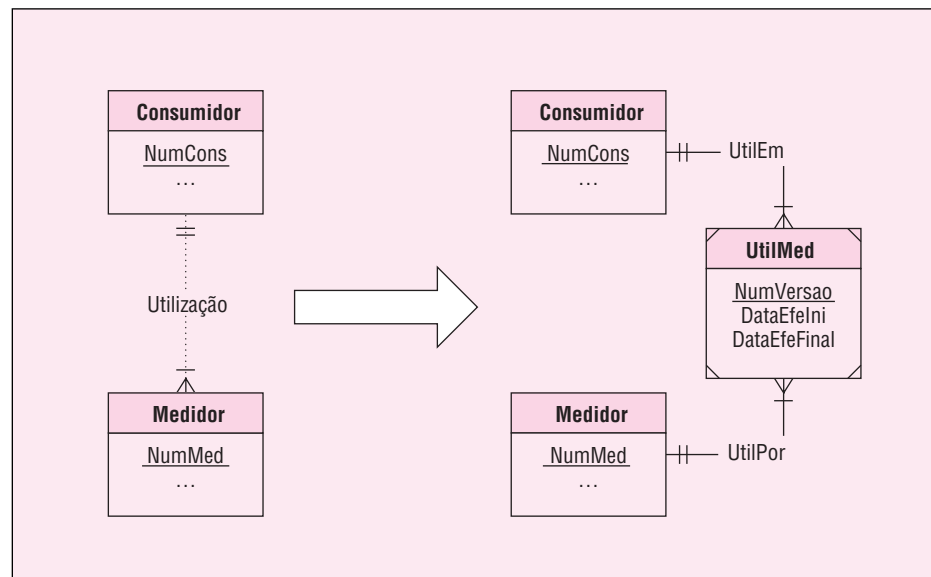


FIGURA 6.8
Adicionando
Histórico a um
Relacionamento 1-M



Quando aplicada a atributos, a transformação é similar à transformação de atributo em tipo de entidade. Por exemplo, para manter um histórico dos cargos de um funcionário, o atributo *CargoFunc* é substituído por um tipo de entidade e um relacionamento 1-M. Tipicamente, o novo tipo de entidade contém um número de versão como parte de sua chave primária e empresta do tipo de entidade original a parte remanescente de sua chave primária, como mostrado na Figura 6.7. As datas de início e fim indicam as datas de efetivação da alteração.

Quando aplicada a um relacionamento, essa transformação envolve uma alteração em um relacionamento 1-M para um tipo de entidade associativa e um par de relacionamentos identificadores 1-M. A Figura 6.8 mostra a transformação do relacionamento 1-M *Utilizacao* em um tipo de entidade associativa com atributos para o número de versão e as datas de efetivação. O tipo de entidade associativa é necessário, pois a combinação de consumidor e medidor pode não ser única sem um número de versão. Quando aplicada a um relacionamento M-N, essa transformação envolve um resultado similar. A Figura 6.9 mostra a transformação do relacionamento M-N *ResideEm* em um tipo de entidade associativa com atributos para o número de versão e as datas de efetivação da alteração.

FIGURA 6.9
Adicionando
Histórico a um
Relacionamento M-N

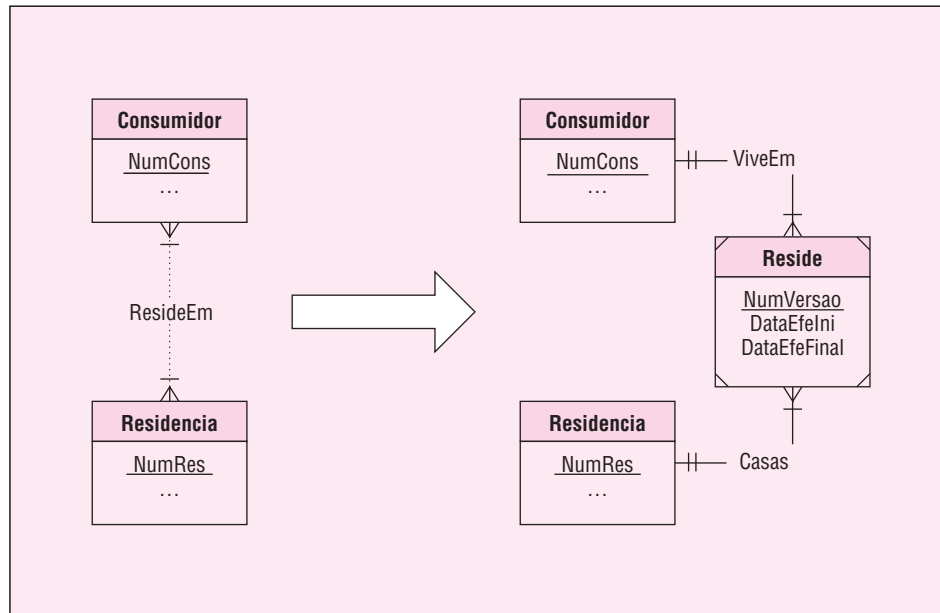
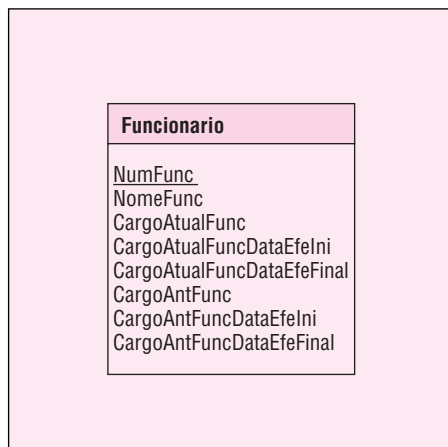


FIGURA 6.10
Adicionando
Histórico Limitado
ao Tipo de Entidade
Funcionario



As transformações nas figuras 6.7 a 6.9 dão suporte a um histórico ilimitado. Para um histórico limitado, podem ser acrescentados um número fixo de atributos ao mesmo tipo de entidade. Por exemplo, para manter um histórico dos cargos atuais e mais recentes de um funcionário, podem ser utilizados dois atributos (*CargoAtualFunc* e *CargoAntFunc*) como mostrado na Figura 6.10. Podem ser acrescentados dois atributos de datas de efetivação por atributo de cargo para registrar as datas de alteração dos cargos do funcionário.

6.2.6 Adicionando Hierarquias de Generalização

Um sexto tipo de transformação é tornar um tipo de entidade em uma hierarquia de generalização. Essa transformação deverá ser utilizada com parcimônia, pois a hierarquia de generalização é uma ferramenta de modelagem especializada. Caso existam diversos atributos que não se aplicam a todas as entidades e exista uma classificação aceita de entidades, então uma hierarquia de generalização poderá ser útil. Por exemplo, os consumidores da empresa de abastecimento de água podem ser classificados como comerciais ou residenciais. Os atributos específicos de consumidores comerciais (*IDPagTaxa* e *ZonaEmpresa*) não se aplicam a consumidores residenciais e vice-versa. Na Figura 6.11, os atributos específicos de consumidores comerciais e residenciais foram deslocados para os subtipos. Um benefício adicional

FIGURA 6.11
Transformação de Hierarquia de Generalização para Consumidores de Empresa de Abastecimento de Água

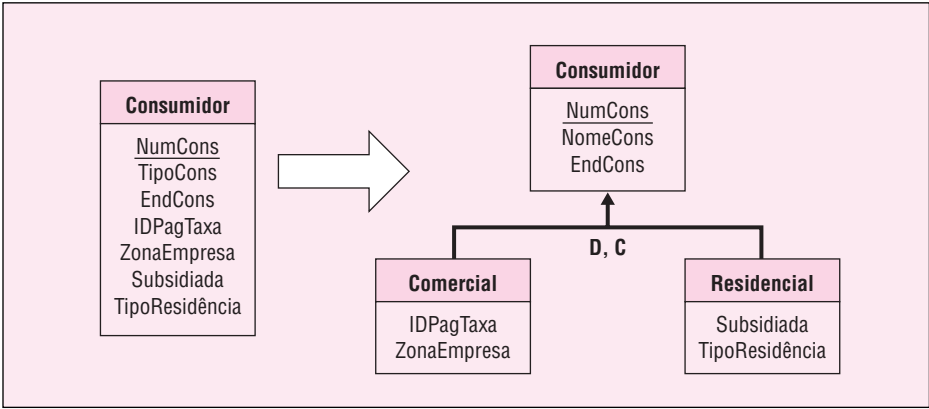


TABELA 6.2 Resumo das Transformações

Transformação	Detalhes	Quando utilizar
Atributo para tipo de entidade	Substitui um atributo por um tipo de entidade e um relacionamento 1-M.	São necessários detalhes adicionais sobre um atributo.
Divisão de um atributo composto	Substitui um atributo por um conjunto de atributos.	Padroniza os dados em um atributo.
Expansão de tipo de entidade	Acrescenta um novo tipo de entidade e um relacionamento 1-M.	Acrescenta um nível de detalhamento maior sobre uma entidade.
Entidade fraca para entidade forte	Remove símbolos de identificador de dependência e possivelmente acrescenta uma chave primária.	Remove chaves estrangeiras combinadas após a conversão em tabelas.
Adicionando histórico	Para um atributo de histórico, substitui um atributo por um tipo de entidade e um relacionamento 1-M. Para um relacionamento de histórico, substitui a cardinalidade do relacionamento por M-N com um atributo. Para histórico limitado, você deve adicionar atributos ao tipo de entidade.	Acrescenta detalhes devido a exigências legais ou relato estratégico.
Adição de hierarquia de generalização	Partindo de um supertipo: adiciona subtipos, uma hierarquia de generalização e redistribui atributos a subtipos. Partindo de subtipos: adiciona um supertipo, uma hierarquia de generalização e redistribui atributos e relacionamentos para o supertipo.	Classificação aceita de entidades; atributos e relacionamentos especializados para os subtipos.

desta transformação é a inexistência de valores nulos. Por exemplo, as entidades nos tipos de entidades *Comercial* e *Residencial* não possuirão valores nulos. No tipo de entidade original *Consumidor*, os consumidores residenciais teriam valores nulos para *IDPagTaxa* e *ZonaEmpresa*, enquanto que os consumidores comerciais teriam valores nulos para *Subsidiado* e *TipoResidencia*.

Essa transformação também pode ser aplicada a um conjunto de tipos de entidades. Nesta situação, a transformação envolve a adição de um supertipo e uma hierarquia de generalização. Além disso, os atributos comuns na coleção de tipos de entidades são deslocados para o supertipo.

6.2.7 Resumo das Transformações

Ao projetar um banco de dados, você deverá explorar com cuidado os projetos alternativos. As transformações discutidas nesta seção podem ajudá-lo a considerar projetos alternativos. As transformações possíveis não se limitam às discutidas nesta seção. Você pode reverter a maioria destas transformações. Por exemplo, você pode eliminar uma hierarquia de generalização se os subtipos não possuem atributos exclusivos. Você deve verificar as referências ao final deste capítulo quanto a livros especializados sobre projeto de bancos de dados para obter transformações adicionais. A Tabela 6.2 apresenta um resumo para ajudá-lo a relembrar as transformações discutidas nesta seção.

6.3 Finalizando um DER

Após avaliar iterativamente os DERs alternativos utilizando as transformações apresentadas na Seção 6.2, você está pronto para finalizar seu modelo de dados. Seu modelo de dados não estará completo sem a documentação adequada de projeto e uma consideração cuidadosa dos erros de projeto. Você deve procurar redigir a documentação e executar a verificação de erros de projeto ao longo do processo de projeto. Mesmo com a devida atenção durante o processo de projeto, você ainda deverá conduzir as revisões finais para assegurar a documentação de projeto adequada e a ausência de erros de projeto. Geralmente essas revisões são conduzidas por uma equipe de projetistas para assegurar sua perfeição. Essa seção apresenta diretrizes para ajudá-lo com a redação da documentação de projeto e com a verificação de erros de projeto.

6.3.1 Documentando um DER

O Capítulo 5 (Seção 5.4.1) estabeleceu a documentação informal para regras de negócios envolvendo a unicidade de atributos, restrições de valores de atributos, valores nulos e valores-padrão. É importante documentar estes tipos de regras de negócios, pois elas podem ser transformadas em uma especificação formal em SQL, como descrito nos capítulos 11 e 14. Você deverá utilizar documentação informal associada aos tipos de entidades, atributos e relacionamentos para registrar estes tipos de regras de negócios.

Solução de Problemas de Especificação

Além da representação informal das regras de negócios, a documentação possui um papel importante na solução de questões sobre uma especificação e na comunicação do projeto a terceiros. No processo de revisão de um DER, você deverá documentar cuidadosamente inconsistências e incompletudes em uma especificação. Uma especificação grande contém, tipicamente, vários pontos de inconsistência e incompletude. O registro de cada ponto permite a solução sistemática por meio de atividades adicionais de coleta de requisitos.

Como exemplo de inconsistência, os requisitos da empresa de abastecimento de água seriam inconsistentes se uma parte indicasse que um medidor está associado a um consumidor, porém outra parte indicasse que um medidor poderia estar associado a vários consumidores. Na solução de uma inconsistência, o usuário pode indicar que a inconsistência é uma exceção. Neste exemplo, o usuário pode indicar as circunstâncias nas quais um medidor pode estar associado a vários consumidores. O projetista deve decidir na solução no DER assuntos como permitir vários consumidores para um medidor, autorização de um segundo consumidor responsável ou a proibição de mais de um consumidor. O projetista deve documentar cuidadosamente a solução para cada inconsistência, incluindo uma justificativa para a solução escolhida.

Como exemplo de incompletude, a narrativa não especifica a cardinalidade mínima para um medidor no relacionamento *Utilizacao* da Figura 6.2. O projetista deverá coletar requisitos adicionais para solucionar a especificação incompleta. Partes incompletas de uma especificação são comuns para relacionamentos, pois uma especificação completa envolve dois conjuntos de cardinalidades. É fácil omitir uma cardinalidade de um relacionamento em uma especificação inicial.

Melhorando a Comunicação

Além de identificar problemas em uma especificação, a documentação deverá ser utilizada para comunicar um projeto a terceiros. Os bancos de dados podem ter uma vida útil muito longa devido à economia dos sistemas de informação. Um sistema de informação pode passar por longos ciclos de reparos e aprimoramentos antes que haja motivos suficientes para reprojeter o sistema. Uma boa documentação aprimora um DER comunicando a justificativa para decisões de projeto importantes. Sua documentação não deverá repetir as restrições em

documentação de projeto

inclui justificativas para decisões de projeto envolvendo várias alternativas viáveis e explicações sobre escolhas de projeto sutis. Não utilize a documentação para simplesmente repetir as informações que já estão contidas no DER. Você deverá fornecer uma descrição para cada atributo, especialmente onde um nome de atributo não indica sua finalidade. À medida que o DER é desenvolvido, você deverá documentar incompletude e inconsistência nos requisitos.

um DER. Por exemplo, você não precisa documentar que um consumidor pode utilizar vários medidores, pois o DER já contém esta informação.

Você deverá documentar decisões onde existe mais de uma escolha viável. Por exemplo, você deverá documentar cuidadosamente projetos alternativos para taxas (nível único de consumo *versus* níveis múltiplos de consumo), como mostrado na Figura 6.5. Você deverá documentar sua decisão registrando a recomendação e justificativa para a alternativa. Embora todas as transformações apresentadas na seção anterior possam levar a escolhas viáveis, você deverá se concentrar nas transformações mais relevantes para a especificação.

Você deverá documentar também decisões que possam não ser claras para terceiros mesmo que não haja alternativas viáveis. Por exemplo, a cardinalidade mínima de 0 do tipo de entidade *Leitura* para o tipo de entidade *Conta* poderá não estar clara. Você deverá documentar a necessidade desta cardinalidade devido à diferença de tempo entre a criação de uma conta e suas leituras associadas. Um medidor poderá ser lido dias antes da criação de uma conta associada.

Exemplo de Documentação de Projeto

A documentação de projeto deverá ser anexada a seu DER. Caso esteja utilizando uma ferramenta de diagramação que possua dicionário de dados, você deverá incluir as justificativas de projeto no dicionário de dados. O ER Assistant fornece suporte tanto a justificativas de projeto como comentários associados a cada item em um diagrama. Você pode utilizar os comentários para descrever o significado dos atributos. Caso não esteja utilizando uma ferramenta que dê suporte à documentação, você pode listar as justificativas em uma folha separada e anotar em seu DER, como mostrado na Figura 6.10. Os números dentro dos círculos na Figura 6.12 referem-se a explicações na Tabela 6.3. Observe que alguns dos refinamentos mostrados anteriormente não foram utilizados no DER revisado.

FIGURA 6.12
DER da Empresa
de Abastecimento
Revisado com
Anotações

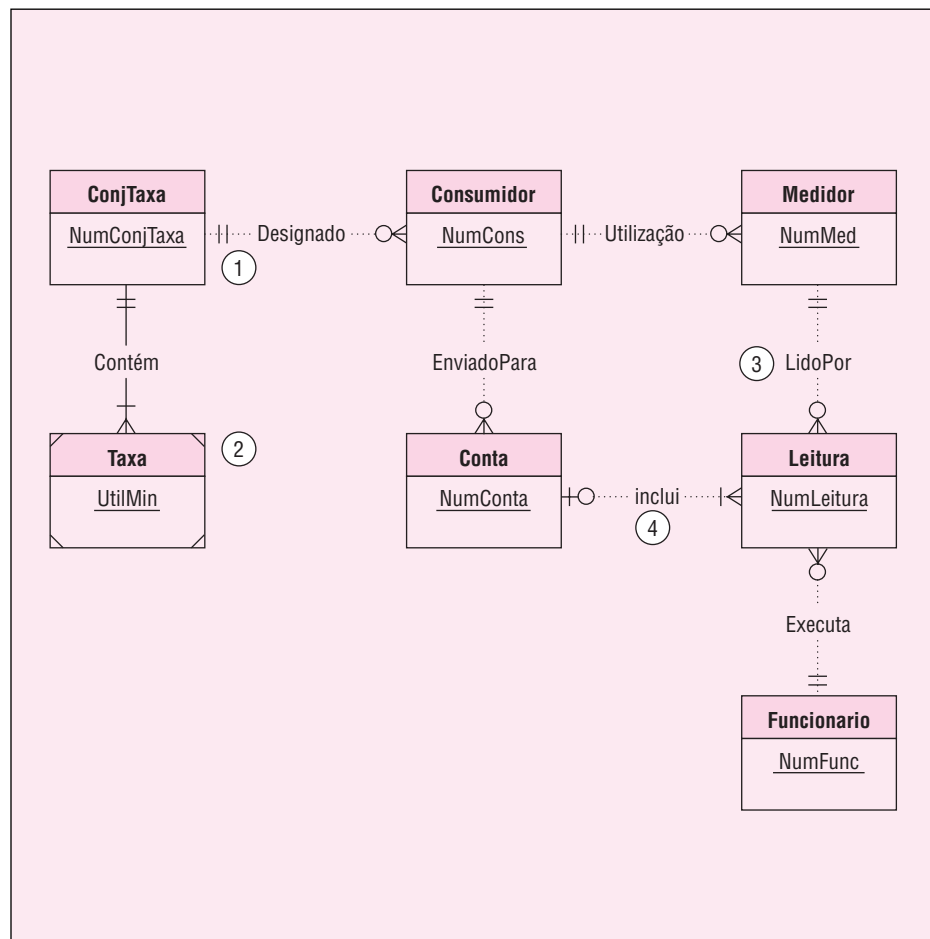


TABELA 6.3
Lista de Justificativas
de Projeto para o
DER Revisado

1. O conjunto de taxas representa um conjunto de taxas aprovadas pela comissão administradora da empresa.
2. As taxas são similares a linhas em uma tabela de taxas. Uma taxa específica é identificada pelo identificador do conjunto de taxas, juntamente com o nível mínimo de consumo da taxa.
3. A cardinalidade mínima indica que um medidor deve estar sempre associado ao consumidor. Para propriedades novas, o desenvolvedor é inicialmente responsável pelo medidor. Se um consumidor executa a hipoteca de uma propriedade, a instituição financeira que possui a propriedade será a responsável.
4. Uma leitura não está associada a uma conta até que a conta seja preparada. Uma leitura poderá ser criada vários dias antes da criação de uma conta associada.

TABELA 6.4 Resumo dos Erros de Projeto

Erro de projeto	Descrição	Solução
Relacionamento fora de lugar	Ligação errada de tipos de entidades.	Considere todas as perguntas a que o banco de dados deve dar suporte.
Relacionamento ausente	Os tipos de entidades devem ser ligados diretamente.	Examine as implicações dos requisitos.
Cardinalidade incorreta	Geralmente, utilizando um relacionamento 1-M em vez de um relacionamento M-N.	Requisitos incompletos: suposições além dos requisitos.
Uso exagerado de hierarquias de generalização	As hierarquias de generalização não são comuns. Um erro típico de um novato é utilizá-las inadequadamente.	Assegure-se de que os subtipos possuem atributos e relacionamentos especializados.
Uso exagerado de tipos de entidades associativas N-ários	Os relacionamentos N-ários não são comuns. Um erro típico de um novato é utilizá-los inadequadamente.	Assegure-se de que o banco de dados registre a combinação de três entidades ou mais.
Relacionamento redundante	Relacionamento derivado de outros relacionamentos.	Examine cada ciclo de relacionamento para ver se um relacionamento pode ser derivado de outros relacionamentos.

6.3.2 Detectando Erros Comuns de Projeto

Como indicado no Capítulo 5, você deverá utilizar as regras do diagrama para assegurar-se que não existem erros óbvios em seu DER. Você deverá utilizar também as diretrizes desta seção para verificar se existem erros de projeto. Os erros de projeto são mais difíceis de detectar e resolver que os erros de diagrama, pois os erros de projeto envolvem o significado dos elementos em um diagrama, e não só a estrutura do diagrama. As próximas subseções explicam os problemas de projeto mais comuns, enquanto que a Tabela 6.4 os resume.

Relacionamentos Ausentes ou Fora de Lugar

Em um DER extenso, é fácil ligar os tipos de entidades de maneira errada ou omitir um relacionamento necessário. Você pode ligar os tipos de entidades errados se não considerar todas as pesquisas a que um banco de dados deve fornecer suporte. Por exemplo, na Figura 6.12, se *Consumidor* for ligado diretamente a *Leitura* em vez de ser ligado a *Medidor*, o controle de um medidor não pode ser estabelecido a menos que o medidor tenha sido lido para o consumidor. As pesquisas que envolvem o controle do medidor não poderão ser respondidas senão por meio da consideração das leituras do medidor.

Se os requisitos não indicam diretamente um relacionamento, você deverá considerar implicações indiretas para detectar se é necessário um relacionamento. Por exemplo, os requisitos do banco de dados da empresa de abastecimento de água não indicam diretamente a necessidade de um relacionamento de *Conta* para *Leitura*. Entretanto, uma consideração minuciosa dos cálculos de consumo revela a necessidade de um relacionamento. O relacionamento *Inclui* liga uma conta a suas leituras de medidor mais recentes, fornecendo assim suporte ao cálculo do consumo.

Cardinalidades Incorretas

Geralmente, o erro típico envolve a utilização de um relacionamento 1-M em vez de um relacionamento M-N. Este erro pode ser causado por omissão nos requisitos. Por exemplo, se os requisitos apenas indicam que as atribuições de trabalho envolvem um conjunto de funcionários, você não deve assumir que um funcionário pode estar relacionado a apenas uma atribuição de trabalho. Você deverá coletar requisitos adicionais para determinar se um funcionário pode ser associado a diversas atribuições de trabalho.

Outros erros de cardinalidade incorreta que você deve considerar são as cardinalidades inversas (o relacionamento 1-M deverá estar na direção oposta) e erros sobre a cardinalidade mínima. O erro de cardinalidade inversa é uma típica desatenção. As cardinalidades incorretas indicadas na especificação de relacionamento não são percebidas depois que o DER é exibido. Você deverá verificar minuciosamente todos os relacionamentos após a especificação para assegurar a consistência com seu objetivo. Erros de cardinalidade mínima são, tipicamente, o resultado da negligência de palavras-chave em problemas narrativos como “opcional” e “exigido”.

Uso Excessivo de Construções Específicas de Modelagem de Dados

As hierarquias de generalização e os tipos de entidades associativas N-árias são construções específicas de modelagem de dados. Um erro típico de um novato é utilizá-las inadequadamente. Você não deverá utilizar as hierarquias de generalização apenas porque uma entidade pode existir em vários estados. Por exemplo, o requisito para que uma tarefa de projeto possa ser iniciada, estar em processo ou completa não indica a necessidade de uma hierarquia de generalização. Se existe uma classificação estabelecida e atributos e relacionamentos especializados para os subtipos, então a generalização de hierarquia é a ferramenta adequada.

Deverá ser utilizado um tipo de entidade associativa N-ária (um tipo de entidade associativa que representa um relacionamento N-ário) quando o banco de dados deve registrar combinações de três (ou mais) objetos em vez de apenas combinações de dois objetos. Na maioria dos casos, devem ser registradas apenas combinações de dois objetos. Por exemplo, se um banco de dados necessita registrar as habilidades fornecidas por um funcionário e as habilidades exigidas por um projeto, então deverão ser utilizados relacionamentos binários. Se um banco de dados necessita registrar as habilidades fornecidas por um funcionário para projetos específicos, então deverá ser utilizado um tipo de entidade associativa N-ária. Observe que a situação anterior com relacionamentos binários é muito mais comum que a segunda situação, representada por um tipo de entidade associativa N-ária.

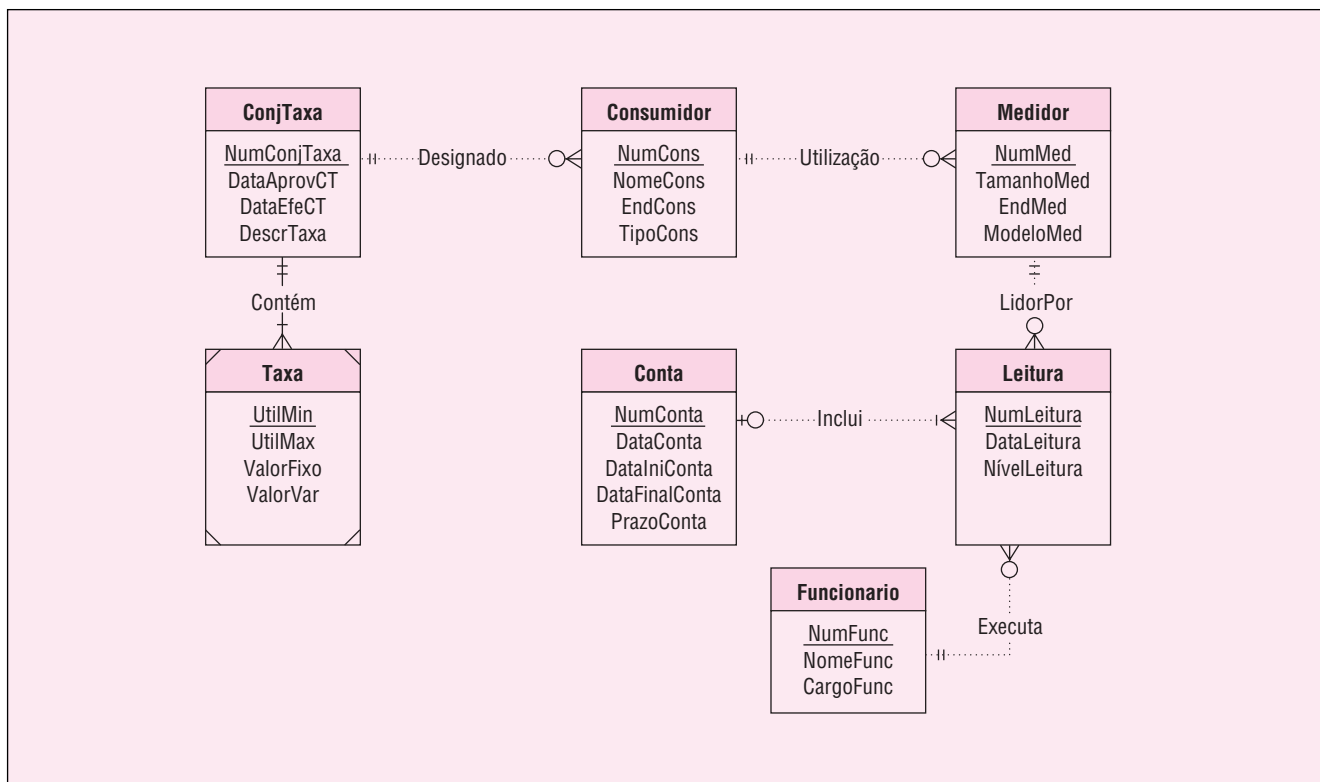
Relacionamentos Redundantes

Os ciclos em um DER podem indicar relacionamentos redundantes. Um ciclo envolve um conjunto de relacionamentos dispostos em um laço iniciando e terminando com o mesmo tipo de entidade. Por exemplo, na Figura 6.10, existe um ciclo de relacionamentos ligando *Consumidor*, *Conta*, *Leitura* e *Medidor*. Em um ciclo, um relacionamento é redundante se pode ser derivado de outros relacionamentos. Para o relacionamento *EnviadoPara*, as contas associadas a um consumidor podem ser derivadas dos relacionamentos *Utilizacao*, *LidoPor* e *Inclui*. Na direção oposta, o consumidor associado a uma conta pode ser derivado de relacionamentos *Inclui*, *LidoPor* e *Utilizacao*. Embora uma conta possa estar associada a um conjunto de leituras, cada leitura associada deve ser associada ao mesmo consumidor. Como o relacionamento *EnviadoPara* pode ser derivado, ele foi removido do DER final (ver Figura 6.13).

Outro exemplo de um relacionamento redundante seria o relacionamento entre *Medidor* e *Conta*. Os medidores associados a uma conta podem ser derivados utilizando os relacionamentos *Inclui* e *LidoPor*. Observe que utilizando clusters de tipos de entidades como *Leitura* no centro ligado com *Medidor*, *Funcionario* e *Conta* evita relacionamentos redundantes.

Você deve tomar cuidado ao remover relacionamentos redundantes, pois a remoção de um relacionamento necessário é um erro mais sério do que manter um relacionamento redundante. Quando em dúvida, você deve manter o relacionamento.

FIGURA 6.13 DER Final da Empresa de Abastecimento de Água



6.4 Convertendo um DER em Tabelas Relacionais

A conversão do DER para tabelas relacionais é importante devido à prática na indústria. As ferramentas CASE (engenharia de software auxiliada por computador) fornecem suporte a diversas notações para DERs. É comum utilizar ferramentas CASE como auxílio no desenvolvimento de um DER. Como a maior parte dos SGBD comerciais utiliza o Modelo Relacional, você deve converter um DER para tabelas relacionais para implementar seu projeto de banco de dados.

Mesmo se você utilizar uma ferramenta CASE para executar a conversão, você ainda deverá ter um entendimento básico do processo de conversão. O entendimento das regras de conversão melhora o seu entendimento do Modelo ER, principalmente da diferença entre o Modelo Entidade-Relacionamento e o Modelo Relacional. Alguns erros típicos de modeladores de dados novatos são causados pela confusão entre os modelos. Por exemplo, a utilização de chaves estrangeiras em um DER é devida à confusão entre a representação de relacionamentos nos dois modelos.

Esta seção descreve o processo de conversão em duas partes. Inicialmente, são descritas as regras básicas para converter tipos de entidades, relacionamentos e atributos. Em seguida são mostradas regras específicas para converter relacionamentos 1-M opcionais, hierarquias de generalização e relacionamentos 1-1. As instruções CREATE TABLE nesta seção estão em conformidade com a sintaxe SQL:2003.

6.4.1 Regras Básicas de Conversão

As regras básicas convertem tudo em um DER, exceto as hierarquias de generalização. Você deverá aplicar estas regras até que tudo em seu DER esteja convertido, exceto as hierarquias de generalização. Você deverá utilizar as duas primeiras regras antes das demais. À medida que aplica essas regras, poderá utilizar uma marca de verificação para indicar as partes convertidas de um DER.

1. **Regra do Tipo de Entidade:** Cada tipo de entidade (exceto os subtipos) torna-se uma tabela. A chave primária do tipo de entidade (se não for fraca) torna-se a chave primária da tabela. Os atributos do tipo de entidade tornam-se colunas na tabela. Esta regra deverá ser utilizada antes das regras de relacionamento.
2. **Regra do Relacionamento 1-M:** Cada relacionamento 1-M torna-se uma chave estrangeira na tabela correspondendo ao tipo de entidade filho (o tipo de entidade próximo ao símbolo do “Pé-de-Galinha”). Se a cardinalidade mínima no lado pai do relacionamento é um, a chave estrangeira não pode aceitar valores nulos.
3. **Regra do relacionamento M-N:** Cada relacionamento M-N torna-se uma tabela separada. A chave primária da tabela é uma chave combinada consistindo nas chaves primárias dos tipos de entidades que participam do relacionamento M-N.
4. **Regra da Dependência de Identificador:** Cada relacionamento identificador (denotado por uma linha de relacionamento sólida) adiciona um componente à chave primária. A chave primária da tabela que corresponde à entidade fraca consiste em (i) a chave local sublinhada (caso exista) na entidade fraca e (ii) a(s) chave(s) primária(s) do(s) tipo(s) de entidade(s) ligado(s) pelo relacionamento identificador

Para entender essas regras, você pode aplicá-las a alguns dos DERs utilizados no Capítulo 5. Utilizando as Regras 1 e 2, você pode converter a Figura 6.14 nas definições CREATE TABLE exibidas na Figura 6.15. A Regra 1 é aplicada para converter os tipos de entidades

FIGURA 6.14
DER com
Relacionamento 1-M

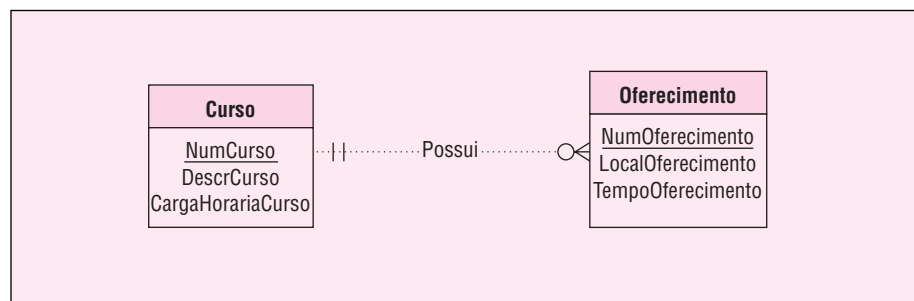


FIGURA 6.15 Conversão da Figura 6.14 (Sintaxe SQL:2003)²

```

CREATE TABLE Curso
(
  NumCurso CHAR(6),
  DescrCurso VARCHAR(30),
  CargaHorariaCurso SMALLINT,
  CONSTRAINT PKCurso PRIMARY KEY (NumCurso)
)

CREATE TABLE Oferecimento
(
  NumOferecimento INTEGER,
  LocalOferecimento CHAR(20),
  NumCurso CHAR(6) NOT NULL,
  PeríodoOferecimento TIMESTAMP,
  ...
  CONSTRAINT PKOferecimento PRIMARY KEY (NumOferecimento),
  CONSTRAINT FKNumCurso FOREIGN KEY (NumCurso) REFERENCES Curso
)
  
```

² NRT: É recomendável não utilizar caracteres de acentuação e outros caracteres próprios da língua portuguesa para os nomes das colunas de uma tabela nas instruções SQL.

Curso e *Oferecimento* em tabelas. É aplicada então a Regra 2 para converter o relacionamento *Possui* em uma chave estrangeira (*Oferecimento NumCurso*). A tabela *Oferecimento* contém a chave estrangeira porque o tipo de entidade *Oferecimento* é o tipo de entidade filha no relacionamento *Possui*.

Depois disso você pode aplicar a regra do relacionamento M-N (Regra 3) para converter o DER na Figura 6.16. Seguir esta regra leva à tabela *Matricula_Em* na Figura 6.17. A chave primária *Matricula_Em* é uma combinação das chaves primárias dos tipos de entidades *Aluno* e *Oferecimento*.

Para praticar a regra de dependência de identificador (Regra 4) você pode aplicá-la para converter o DER na Figura 6.18. O resultado da conversão da Figura 6.18 é idêntico à Figura 6.17, exceto que a tabela *Matricula_Em* é renomeada como *Matricula*. O DER na Figura 6.18

FIGURA 6.16
Relacionamento M-N
com um Atributo

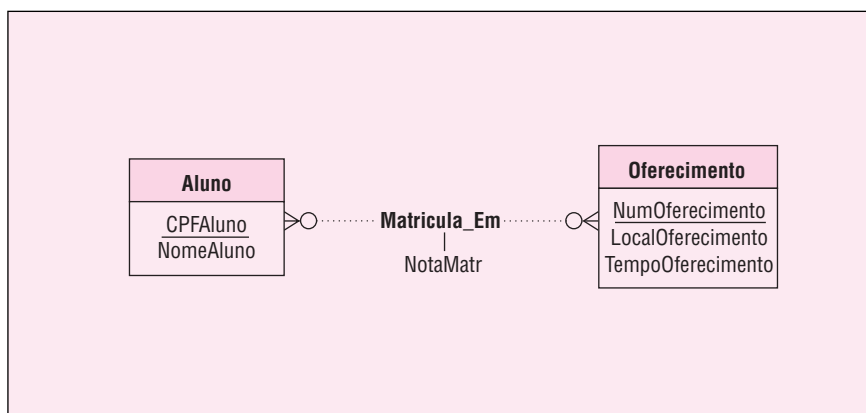


FIGURA 6.17 Conversão da Figura 6.16 (Sintaxe SQL:2003)

```
CREATE TABLE Aluno
(
    CPFAluno          CHAR(11),
    NomeAluno         VARCHAR(30),
    ...
    CONSTRAINT PKAluno PRIMARY KEY (CPFAluno) )

CREATE TABLE Oferecimento
(
    NumOferecimento    INTEGER,
    LocalOferecimento  VARCHAR(30),
    PerodoOferecimento  TIMESTAMP,
    ...
    CONSTRAINT PKOferecimento PRIMARY KEY (NumOferecimento) )

CREATE TABLE Matricula_Em
(
    NumOferecimento    INTEGER,
    CPFAluno           CHAR(11),
    NotaMatr           DECIMAL(2,1),
    CONSTRAINT PKMatricula_Em PRIMARY KEY (NumOferecimento, CPFAluno),
    CONSTRAINT FKNumOferecimento FOREIGN KEY (NumOferecimento) REFERENCES Oferecimento,
    CONSTRAINT FKCPFAluno FOREIGN KEY (CPFAluno) REFERENCES Aluno )
```

FIGURA 6.18
Relacionamento M-N
Matricula_Em
Transformado em
Relacionamentos 1-M

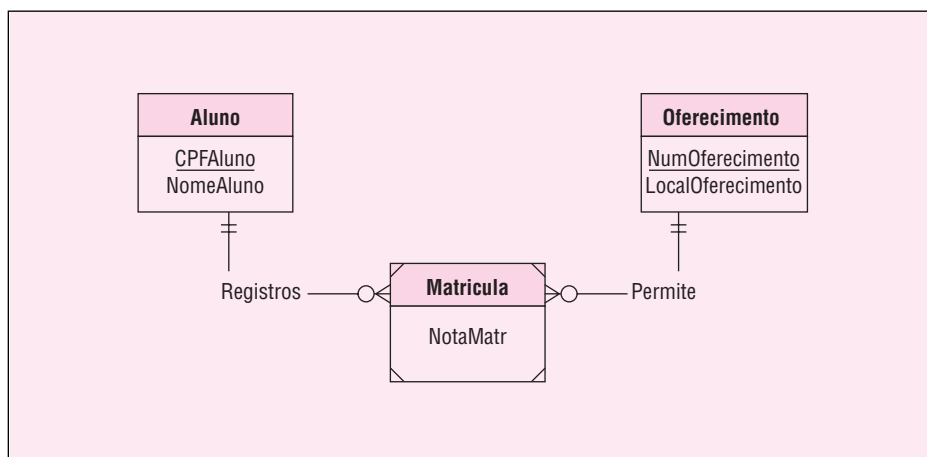
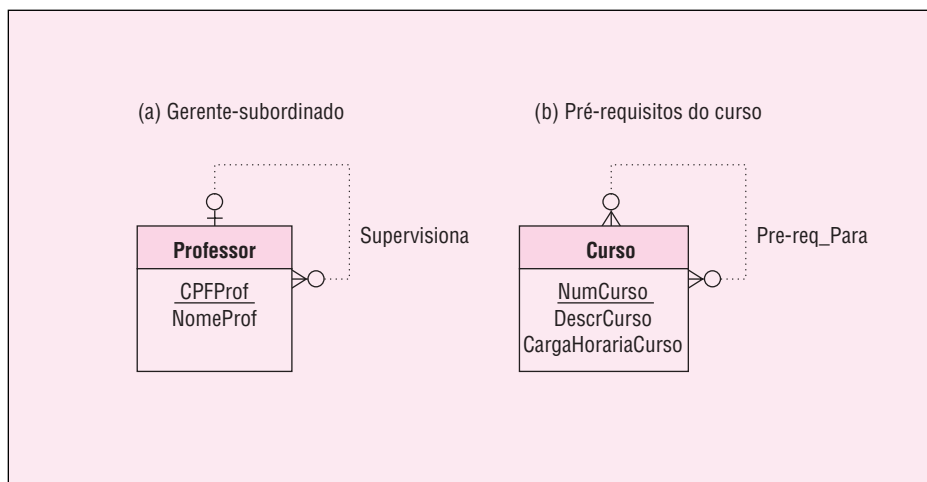


FIGURA 6.19
Exemplos de
Relacionamento de
Auto-referência 1-M
e M-N



necessita duas aplicações da regra de dependência de identificador. Cada aplicação da regra de dependência de identificador agrega um componente à chave primária da tabela *Matricula*.

Você também pode aplicar as regras para converter auto-relacionamentos. Por exemplo, você pode aplicar as regras de relacionamentos M-N e 1-M para converter os auto-relacionamentos na Figura 6.19. Utilizando a regra de relacionamento 1-M, o relacionamento *Supervisiona* transforma-se em uma chave estrangeira na tabela *Professor*, como mostrado na Figura 6.20. Utilizando a regra de relacionamento M-N, o relacionamento *Pre-req_Para* transforma-se na tabela *Pre-req_Para* com uma chave primária combinada do número do curso do pré-requisito do curso e do número do curso do curso dependente.

Você pode aplicar também as regras de conversão a dependências de identificador mais complexas, como mostrado na Figura 6.21. A primeira parte da conversão é idêntica à conversão da Figura 6.18. A aplicação da regra 1-M transforma a combinação de *CPFAluno* e *NumOferecimento* em chaves estrangeiras na tabela *Presenca* (Figura 6.22). Observe que as chaves estrangeiras na tabela *Presenca* referem-se a *Matricula* e não a *Aluno* e *Oferecimento*. Finalmente, uma aplicação da regra de dependência de identificador faz a combinação de *CPFAluno*, *NumOferecimento* e *DataPres* a chave primária da tabela *Presenca*.

A conversão na Figura 6.22 mostra uma situação na qual pode ser aplicada a transformação de uma entidade fraca em forte (Seção 6.2.3). Na conversão, a tabela *Presenca* contém uma chave estrangeira combinada (*NumOferecimento*, *CPFAluno*). A alteração de *Matricula* em entidade forte eliminará a chave estrangeira combinada na tabela *Presenca*.

FIGURA 6.20 Conversão da Figura 6.19 (Sintaxe SQL:2003)

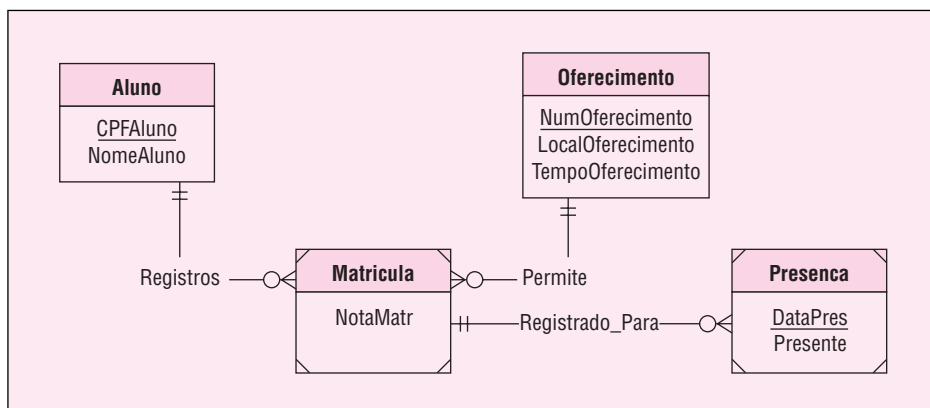
```

CREATE TABLE Professor
(
    CNPJProf          CHAR(11),
    NomeProf          VARCHAR(30),
    SupervisorProf    CHAR(11),
    ...
    CONSTRAINT PKProfessor PRIMARY KEY (CNPJProf),
    CONSTRAINT FKSupervisor FOREIGN KEY (SupervisorFac) REFERENCES Professor )

CREATE TABLE Curso
(
    NumCurso          CHAR(6),
    DescrCurso        VARCHAR(30),
    CargaHorariaCurso SMALLINT,
    CONSTRAINT PKCurso PRIMARY KEY (NumCurso) )

CREATE TABLE Pre-req_Para
(
    NumPre-reqCurso   CHAR(6),
    NumCursoDep        CHAR(6),
    CONSTRAINT PKPre-req_Para PRIMARY KEY (NumPre-reqCurso, NumCursoDep),
    CONSTRAINT FKPre-reqCurso FOREIGN KEY (Pre-reqCurso) REFERENCES Curso,
    CONSTRAINT FKNumCursoDep FOREIGN KEY (NumCursoDep) REFERENCES Curso )

```

FIGURA 6.21
DER com Dois Tipos
de Entidades Fracas**FIGURA 6.22** Conversão do Tipo de Entidade Presença na Figura 6.21 (Sintaxe SQL:2003)

```

CREATE TABLE Presenca
(
    NumOferecimento   INTEGER,
    CPFAluno          CHAR(11),
    DataPres          DATA,
    Presente          BOOLEAN,
    CONSTRAINT PKPresenca PRIMARY KEY (NumOferecimento, CPFAluno, DataPres),
    CONSTRAINT FKNumOferecimentoCPFAluno FOREIGN KEY (NumOferecimentoCPFAluno)
    REFERENCES Matricula )

```

6.4.2 Conversão de Relacionamentos 1-M Opcionais

Quando você utiliza a regra de relacionamento 1-M para relacionamentos opcionais, a chave estrangeira resultante contém valores nulos. Lembre-se de que um relacionamento com cardinalidade mínima 0 é opcional. Por exemplo, o relacionamento *Leciona* (Figura 6.23) é opcional para *Oferecimento*, pois uma entidade *Oferecimento* pode ser armazenada sem estar relacionada a uma entidade *Professor*. Convertendo os resultados da Figura 6.23 em duas tabelas (*Professor* e *Oferecimento*) bem como uma chave estrangeira (*CPFProf*) na tabela *Oferecimento*. A chave estrangeira deverá permitir valores nulos, pois a cardinalidade mínima do tipo de entidade *Oferecimento* no relacionamento é opcional (0). Entretanto, valores nulos podem levar a complicações na avaliação dos resultados de pesquisas.

Para evitar valores nulos ao converter um relacionamento opcional 1-M, você pode aplicar a Regra 5 para converter um relacionamento 1-M opcional em uma tabela, em vez de uma chave estrangeira. A Figura 6.24 mostra uma aplicação da Regra 5 em um DER na Figura 6.23. A tabela *Leciona* contém as chaves estrangeiras *NumOferecimento* e *CPFProf* com proibição de valores nulos nas duas colunas. Além disso, a tabela *Oferecimento*

FIGURA 6.23
Relacionamento 1-M
Opcional

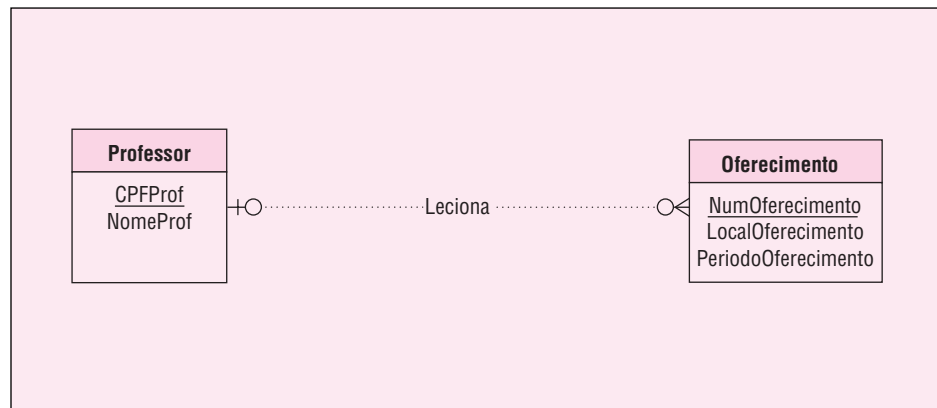


FIGURA 6.24 Conversão da Figura 6.23 (sintaxe SQL:2003)

```
CREATE TABLE Professor
(
    CPFProf      CHAR(11),
    NomeProf     VARCHAR(30),
    ...
CONSTRAINT PKProf PRIMARY KEY (CPFProf) )

CREATE TABLE Oferecimento
(
    NumOferecimento  INTEGER,
    LocalOferecimento  VARCHAR(30),
    PeríodoOferecimento  TIMESTAMP,
    ...
CONSTRAINT PKOferecimento PRIMARY KEY (NumOferecimento) )

CREATE TABLE Leciona
(
    NumOferecimento  INTEGER,
    CPFProf          CHAR(11)      NOT NULL,
CONSTRAINT PKLeciona PRIMARY KEY (NumOferecimento),
CONSTRAINT FKCPFProf FOREIGN KEY (CPFProf) REFERENCES Professor,
CONSTRAINT FKNumOferecimento FOREIGN KEY (NumOferecimento) REFERENCES Oferecimento )
```


não possui mais a chave estrangeira relacionada com a tabela *Professor*. As figuras 6.25 e 6.26 mostram um exemplo de conversão de um relacionamento 1-M opcional com um atributo. Observe que a tabela *Listas* contém a coluna *Comissão*.

5. **Regra do Relacionamento 1-M Opcional:** Cada relacionamento 1-M com 0 para cardinalidade mínima no lado pai torna-se uma tabela nova. A chave primária da tabela nova é a chave primária do tipo de entidade no lado filho (muitos) do relacionamento. A tabela nova contém chaves estrangeiras para as chaves primárias dos dois tipos de entidades que participam do relacionamento. As duas chaves estrangeiras na tabela nova não permitem valores novos. A tabela nova contém também os atributos do relacionamento 1-M opcional.

A Regra 5 é controversa. A utilização da Regra 5 em vez da Regra 2 (Regra do relacionamento 1-M) evita valores nulos nas chaves estrangeiras. Entretanto, a utilização da Regra 5 resulta em mais tabelas. A formulação da pesquisa pode ser mais difícil com tabelas adicionais. Além disso, a execução da pesquisa pode ser mais lenta devido às junções extras. A escolha de utilizar a Regra 5 em vez da Regra 2 depende da importância em evitar valores nulos *versus* a eliminação de tabelas extras. Em muitos bancos de dados, evitar tabelas extras pode ser mais importante que evitar valores nulos.

FIGURA 6.25
Relacionamento 1-M
Opcional com um
Atributo

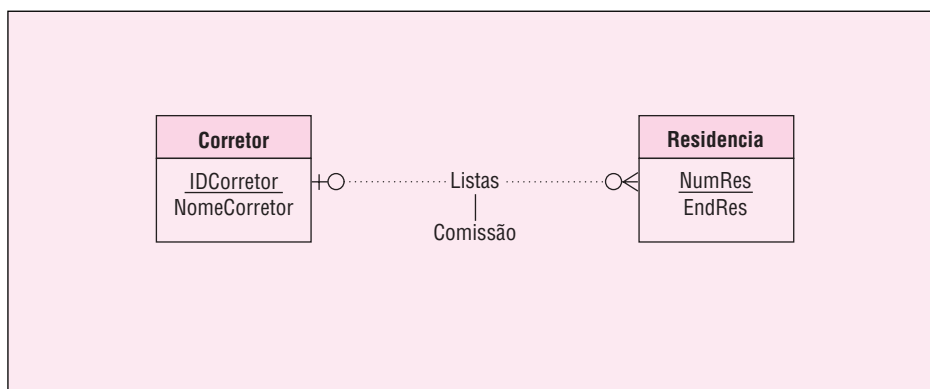


FIGURA 6.26 Conversão da Figura 6.25 (Sintaxe SQL:2003)

```

CREATE TABLE Corretor
(
    IDCorretor          CHAR(10),
    NomeCorretor        VARCHAR(30),
    ...
CONSTRAINT PKCorretor PRIMARY KEY (IDCorretor) )

CREATE TABLE Residencia
(
    NumRes              INTEGER,
    EndRes               VARCHAR(50),
    ...
CONSTRAINT PKResidencia PRIMARY KEY (NumRes) )

CREATE TABLE Listas
(
    NumRes               INTEGER,
    IDCorretor           CHAR(10) NOT NULL,
    Comissao             DECIMAL(10,2),
CONSTRAINT PKListas PRIMARY KEY (NumRes),
CONSTRAINT FKIDCorretor FOREIGN KEY (IDCorretor) REFERENCES Corretor,
CONSTRAINT FKNumRes FOREIGN KEY (NumRes) REFERENCES Residencia )
  
```

6.4.3 Conversão de Hierarquias de Generalização

A abordagem para converter hierarquias de generalização imita o máximo possível a notação de entidade–relacionamento. A Regra 6 converte cada tipo de entidade de uma hierarquia de generalização em uma tabela. A única coluna que parece ser diferente dos atributos no DER associado é a chave primária herdada. Na Figura 6.27, *NumFunc* é uma coluna nas tabelas *SalarioFunc* e *HoraFunc*, pois é a chave primária do tipo de entidade pai (*Funcionario*). Além disso, as tabelas *SalarioFunc* e *HoraFunc* possuem a chave estrangeira relacionada com a tabela *Funcionario*. A opção de exclusão em cascata está habilitada nas duas restrições da chave estrangeira (ver Figura 6.28).

6. **Regra de Hierarquia de Generalização:** Cada tipo de entidade de uma hierarquia de generalização torna-se uma tabela. As colunas de uma tabela são atributos do tipo de entidade correspondente mais a chave primária do tipo de entidade pai. Para cada tabela que representa um subtipo, define-se uma restrição de chave estrangeira que faz referência à tabela correspondente do tipo de entidade pai. Utilize a opção CASCADE para a exclusão das linhas referenciadas.

FIGURA 6.27
Hierarquia de
Generalização para
Funcionários

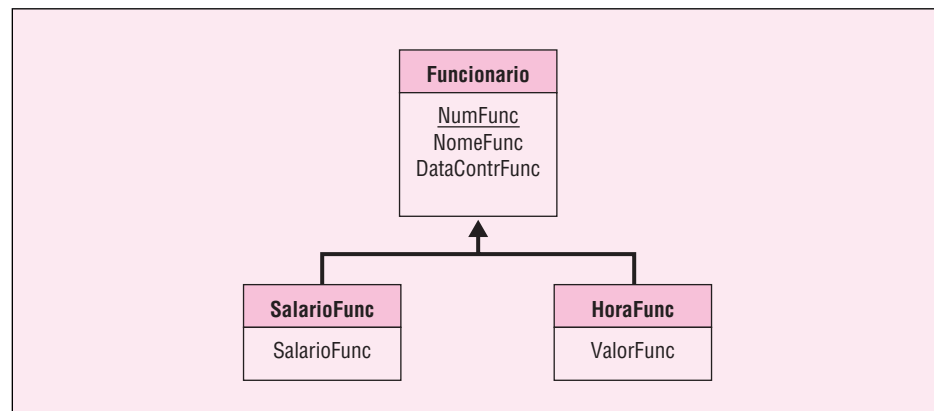


FIGURA 6.28 Conversão da Hierarquia de Generalização na Figura 6.27 (Sintaxe SQL:2003)

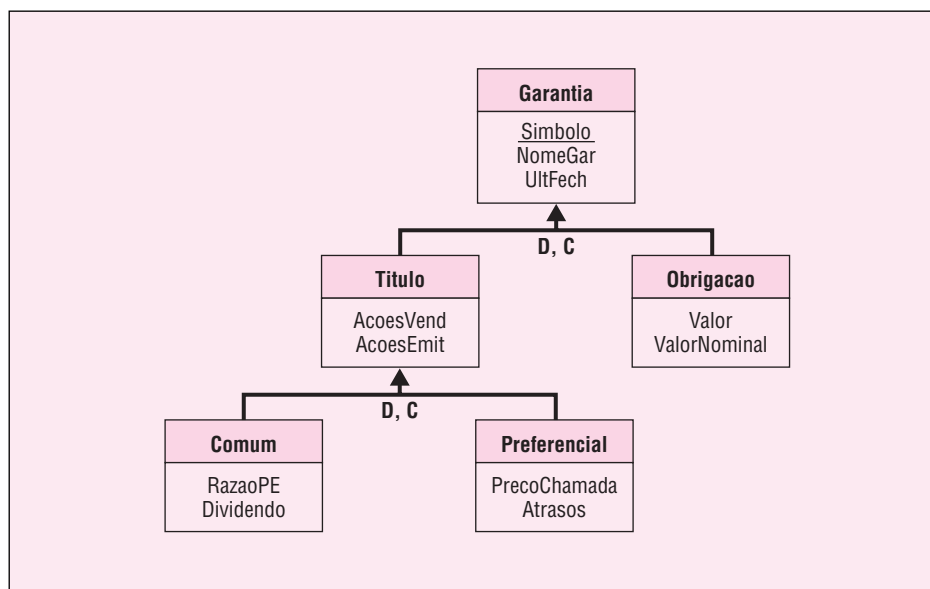
```

CREATE TABLE Funcionario
(
    NumFunc          INTEGER,
    NomeFunc         VARCHAR(30),
    DataContrFunc    DATA,
    CONSTRAINT PKFuncionario PRIMARY KEY (NumFunc) )

CREATE TABLE SalarioFunc
(
    NumFunc          INTEGER,
    SalarioFunc      DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKSalarioFunc PRIMARY KEY (NumFunc),
    CONSTRAINT FKSalarioFunc FOREIGN KEY (NumFunc) REFERENCES Funcionario
        ON DELETE CASCADE )

CREATE TABLE HoraFunc
(
    NumFunc          INTEGER,
    ValorFunc        DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKHoraFunc PRIMARY KEY (NumFunc),
    CONSTRAINT FKHoraFunc FOREIGN KEY (NumFunc) REFERENCES Funcionario
        ON DELETE CASCADE )
  
```

FIGURA 6.29
Níveis Múltiplos das
Hierarquias de
Generalização



A Regra 6 aplica-se também a hierarquias de generalização com mais de um nível. Para converter a hierarquia de generalização da Figura 6.29, são produzidas cinco tabelas (ver Figura 6.30). Em cada tabela está incluída a chave primária pai (*Garantia*). Além disso, as restrições da chave estrangeira são adicionadas em cada tabela, correspondendo a um subtipo.

Como o Modelo Relacional não dá suporte diretamente a hierarquias de generalização, existem várias outras maneiras de converter hierarquias de generalização. As outras abordagens variam dependendo do número de tabelas e da posição das colunas herdadas. A Regra 6 pode resultar em junções extras para coletar todos os dados sobre uma entidade, porém não existem valores nulos e poucos dados duplicados. Por exemplo, para coletar dados sobre um título comum, você deverá unir as tabelas *Comum*, *Titulo* e *Garantia*. Outras abordagens de conversão podem exigir menos junções, porém resultam em mais dados redundantes e valores nulos. As referências no final deste capítulo discutem os prós e os contras de várias abordagens para converter hierarquias de generalização.

Você deve notar também que as hierarquias de generalização para tabelas são suportadas diretamente no SQL:2003, o padrão emergente para bancos de dados de objetos relacionais apresentado no Capítulo 18. No padrão SQL:2003, famílias de subtabelas fornecem conversão direta de hierarquias de generalização, evitando a perda de informações semânticas ao converter para o Modelo Relacional tradicional. Entretanto, poucos produtos comerciais de SGBD fornecem suporte completamente às características objeto relacionais no SQL:2003. Dessa forma, será necessário utilizar a regra de conversão de hierarquias de generalização.

6.4.4 Conversão de Relacionamentos 1-1

Os relacionamentos 1-1 não são comuns fora das hierarquias de generalização. Eles podem ocorrer quando entidades com identificadores separados estão intrinsecamente relacionadas. Por exemplo, a Figura 6.31 mostra os tipos de entidades *Funcionario* e *Escritorio* ligados por um relacionamento 1-1. Tipos de entidades separados parecem intuitivos, porém um relacionamento 1-1 conecta os tipos de entidades. A Regra 7 converte relacionamentos 1-1 em duas chaves estrangeiras, a menos que resultem muitos valores nulos. Na Figura 6.31, a maioria dos funcionários não irá gerenciar escritórios. Dessa forma, a conversão na Figura 6.32 elimina a chave estrangeira (*NumEscrit*) na tabela de funcionários.

7. **Regra do Relacionamento 1-1:** Cada relacionamento 1-1 é convertido em duas chaves estrangeiras. Se o relacionamento é opcional com relação a um dos tipos de entidades, a chave estrangeira correspondente poderá ser excluída para eliminar valores nulos.

FIGURA 6.30 Conversão da Hierarquia de Generalização na Figura 6.29 (Sintaxe SQL:2003)

```
CREATE TABLE Garantia
(
    Simbolo          CHAR(6),
    NomeGar          VARCHAR(30),
    UltFech          DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKGarantia PRIMARY KEY (Simbolo) )

CREATE TABLE Titulo
(
    Simbolo          CHAR(6),
    AcoesVend        INTEGER,
    AcoesEmit        INTEGER,
    CONSTRAINT PKTitulo PRIMARY KEY (Simbolo),
    CONSTRAINT FKTitulo FOREIGN KEY (Simbolo) REFERENCES Garantia ON DELETE CASCADE )

CREATE TABLE Obrigacao
(
    Simbolo          CHAR(6),
    Valor            DECIMAL(12,4),
    ValorNominal     DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKObrigacao PRIMARY KEY (Simbolo),
    CONSTRAINT FKObrigacao FOREIGN KEY (Simbolo) REFERENCES Garantia ON DELETE CASCADE )

CREATE TABLE Comum
(
    Simbolo          CHAR(6),
    RazaoPE          DECIMAL(12,4),
    Dividendo        DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKComum PRIMARY KEY (Simbolo),
    CONSTRAINT FKComum FOREIGN KEY (Simbolo) REFERENCES Titulo ON DELETE
        CASCADE )

CREATE TABLE Preferencial
(
    Simbolo          CHAR(6),
    PrecoChamada     DECIMAL(12,2),
    Atrasos         DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKPreferencial PRIMARY KEY (Simbolo),
    CONSTRAINT FKPreferencial FOREIGN KEY (Simbolo) REFERENCES Titulo
        ON DELETE CASCADE )
```

FIGURA 6.31
Relacionamento 1-1

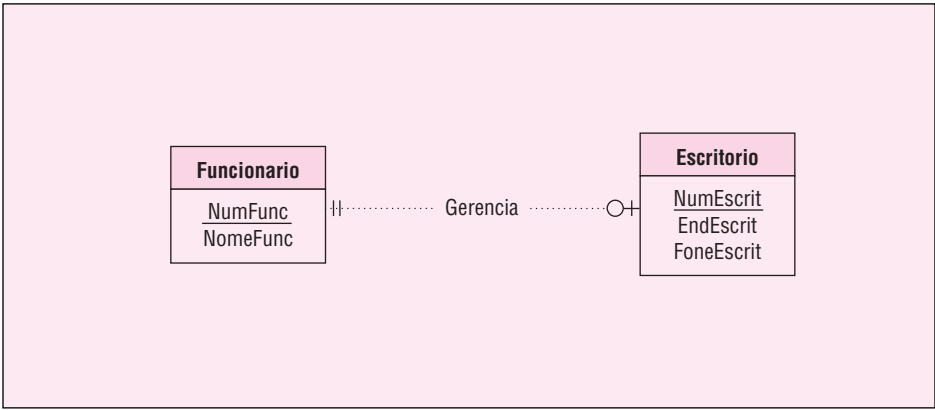


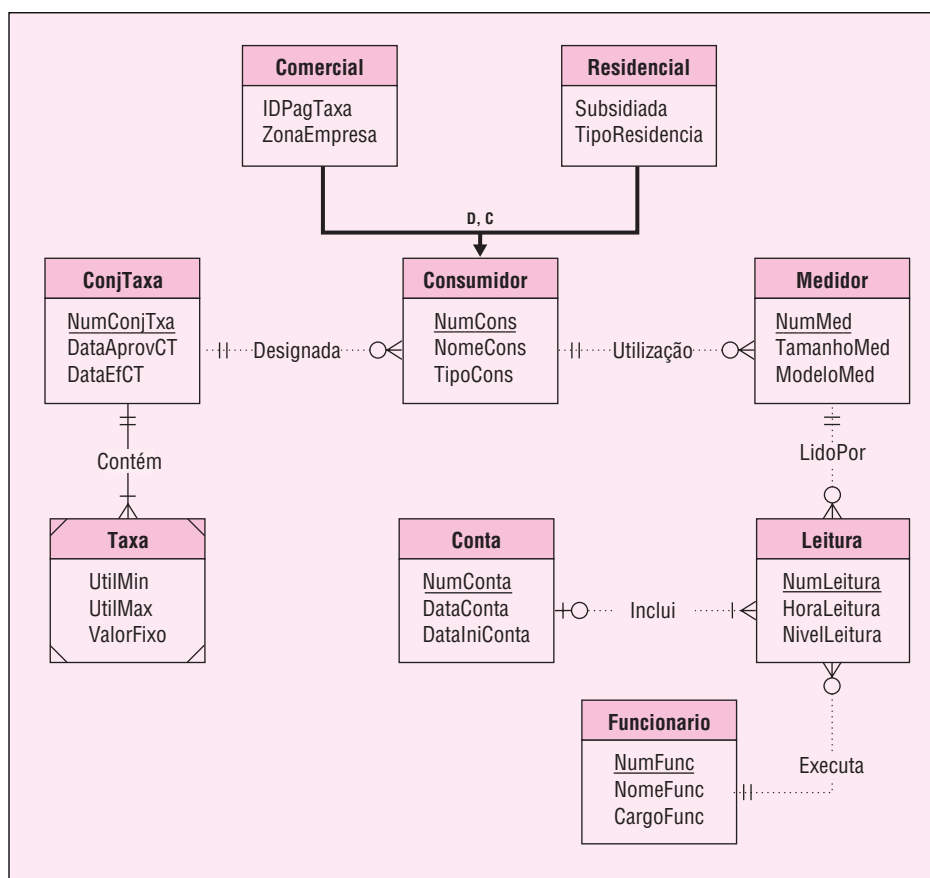
FIGURA 6.32 Conversão de relacionamento 1-1 na Figura 6.31 (syntaxe SQL:2003)

```

CREATE TABLE Funcionario
(
    NumFunc          INTEGER,
    NomeFunc         VARCHAR(30),
    CONSTRAINT PKFuncionario PRIMARY KEY (NumFunc) )

CREATE TABLE Escritorio
(
    NumEscrit        INTEGER,
    EndEscrit        VARCHAR(30),
    FoneEscrit       CHAR(10),
    NumFunc          INTEGER,
    CONSTRAINT PKEscritorio PRIMARY KEY (NumEscrit),
    CONSTRAINT FKNumFunc FOREIGN KEY (NumFunc) REFERENCES Funcionario,
    CONSTRAINT NumFuncUnico UNIQUE (NumFunc) )

```

FIGURA 6.33
DER da Empresa de
Abastecimento de
Água com uma
Hierarquia de
Generalização

6.4.5 Exemplo de Conversão Ampla

Esta seção apresenta um exemplo mais extenso para integrar seus conhecimentos das regras de conversão. A Figura 6.33 mostra um DER similar ao DER final para o problema da empresa de abastecimento de água discutido na Seção 6.1. Alguns atributos foram omitidos a fim de abreviar o problema. A Figura 6.34 mostra as tabelas relacionais derivadas por meio das regras de conversão. A Tabela 6.5 lista as regras de conversão utilizadas, juntamente com explicações resumidas.

FIGURA 6.34 Conversão do DER na Figura 6.33 (Sintaxe SQL:2003)

```

CREATE TABLE Consumidor
(
    NumCons          INTEGER,
    NomeCons         VARCHAR(30),
    TipoCons         CHAR(6),
    NumConjTaxa      INTEGER    NOT NULL,
    CONSTRAINT PKConsumidor PRIMARY KEY (Numcons),
    CONSTRAINT FKNumConjTaxa FOREIGN KEY (NumConjTaxa) REFERENCES ConjTaxa )

CREATE TABLE Comercial
(
    NumCons          INTEGER,
    IDPagTaxa        CHAR(20)    NOT NULL,
    ZonaEmpresa     BOOLEANO,
    CONSTRAINT PKComercial PRIMARY KEY (NumCons),
    CONSTRAINT FKComercial FOREIGN KEY (NumCons) REFERENCES Consumidor
    ON DELETE CASCADE )

CREATE TABLE Residencial
(
    NumCons          INTEGER,
    Subsidiado       BOOLEANO,
    TipoRes          CHAR(6),
    CONSTRAINT PKResidencial PRIMARY KEY (NumCons),
    CONSTRAINT FKResidencial FOREIGN KEY (NumCons) REFERENCES Consumidor
    ON DELETE CASCADE )

CREATE TABLE ConjTaxa
(
    NumConjTaxa      INTEGER,
    DataAprovCT      DATA,
    DataEfCT         DATA,
    CONSTRAINT PKConjTaxa PRIMARY KEY (NumConjTaxa) )

CREATE TABLE Taxa
(
    NumConjTaxa      INTEGER,
    UtilMin          INTEGER,
    UtilMax          INTEGER,
    ValorFixo        DECIMAL(10,2),
    CONSTRAINT PKTaxa PRIMARY KEY (NumConjTaxa, UtilMin),
    CONSTRAINT FKNumConjTaxa FOREIGN KEY (NumConjTaxa) REFERENCES ConjTaxa )

CREATE TABLE Medidor
(
    NumMedidor       INTEGER,
    TamMed           INTEGER,
    ModMed           CHAR(6),
    NumCons          INTEGER    NOT NULL,
    CONSTRAINT PKMedidor PRIMARY KEY (NumMedidor),
    CONSTRAINT FKNumCons FOREIGN KEY (NumCons) REFERENCES Consumidor )

```

FIGURA 6.34 (Continuação)

```

CREATE TABLE Leitura
(
    NumLeitura      INTEGER,
    HoraLeitura     TIMESTAMP,
    NivelLeitura    INTEGER,
    NumMed           INTEGER          NOT NULL,
    NumFunc          INTEGER          NOT NULL,
    NumConta         INTEGER,
    CONSTRAINT PKLeitura PRIMARY KEY (NumLeitura),
    CONSTRAINT FKNumFunc FOREIGN KEY (NumFunc) REFERENCES Funcionario,
    CONSTRAINT FKNumMedidor FOREIGN KEY (NumMedidor) REFERENCES Medidor,
    CONSTRAINT FKNumConta FOREIGN KEY (NumConta) REFERENCES Conta )

CREATE TABLE Conta
(
    NumConta         INTEGER,
    DataConta        DATA,
    DataIniConta     DATA,
    CONSTRAINT PKConta PRIMARY KEY (NumConta) )

CREATE TABLE Funcionario
(
    NumFunc          INTEGER,
    NomeFunc         VARCHAR(50),
    CargoFunc        VARCHAR(20),
    CONSTRAINT PK Funcionario PRIMARY KEY (NumFunc) )

```

TABELA 6.5
Regras de Conversão
Utilizadas na Figura
6.33

Regra	Como foi utilizada
1	Todos os tipos de entidades, exceto os subtipos convertidos em tabelas com chaves primárias.
2	Relacionamentos 1-M convertidos em chaves estrangeiras: <i>Contém</i> relacionamento com <i>Taxa.NumCT</i> ; <i>Utilização</i> relacionamento com <i>Medidor.NumCons</i> ; <i>LidoPor</i> relacionamento com <i>Leitura.NumMed</i> ; <i>Inclui</i> relacionamento com <i>Leitura.NumConta</i> ; <i>Executa</i> relacionamento com <i>Leitura.NumFunc</i> ; <i>Designado</i> relacionamento com <i>Consumidor.NumConjTaxa</i> .
3	Não utilizada, pois não existem relacionamentos M-N.
4	A chave primária da tabela <i>Taxa</i> é uma combinação de <i>NumConjTaxa</i> e <i>UtilMin</i> .
5	Não foi utilizada, embora pudesse ter sido utilizada para o relacionamento <i>Inclui</i> .
6	Subtipos (<i>Comercial</i> e <i>Residencial</i>) convertidos em tabelas. A chave primária <i>Consumidor</i> foi adicionada às tabelas <i>Comercial</i> e <i>Residencial</i> . Restrições de chave estrangeira com as opções DELETE CASCADE adicionadas às tabelas correspondentes aos subtipos.

Considerações Finais

Este capítulo descreveu a prática da modelagem de dados, de seu entendimento da notação tipo “Pé-de-Galinha” apresentada no Capítulo 5. Você precisa entender a notação utilizada em diagramas entidade–relacionamento (DERs) e obter muita prática na construção de DERs para tornar-se *expert* em modelagem de dados. Este capítulo descreveu as técnicas para derivar um DER inicial de um problema narrativo, refinar o DER por meio de transformações, documentar decisões de projeto importantes e fiscalizar o DER quanto a erros de projeto. Foi apresentado

um problema prático para uma empresa de abastecimento de água para aplicar estas técnicas. Você deve aplicar estas técnicas utilizando os problemas no final do capítulo.

O restante deste capítulo apresentou regras para converter um DER em tabelas relacionais e notações de DER alternativas. As regras o ajudarão a converter DERs de tamanho modesto em tabelas. Para problemas maiores você deve utilizar uma boa ferramenta CASE. Mesmo se utiliza uma ferramenta CASE, o entendimento das regras de conversão fornece uma compreensão das diferenças entre o Modelo Entidade-Relacionamento e o Modelo Relacional.

Este capítulo enfatiza as habilidades de modelagem de dados para o projeto de DERs utilizando problemas narrativos, refinamento de DERs e conversão dos DERs em tabelas relacionais. O próximo capítulo apresenta a normalização, uma técnica para remover redundâncias das tabelas relacionais. Juntas, a modelagem de dados e a normalização são habilidades fundamentais para o desenvolvimento de bancos de dados.

Depois de dominar estas habilidades de desenvolvimento de bancos de dados, você está pronto para aplicá-las em projetos de bancos de dados. Um desafio adicional na aplicação de suas habilidades é a definição dos requisitos. Coletar requisitos de usuários com vários interesses e conhecimentos é um trabalho árduo. Você pode gastar o mesmo tempo coletando requisitos que gasta executando a modelagem de dados e a normalização. Com estudo cuidadoso e prática, verá que o desenvolvimento de um banco de dados é uma atividade desafiadora e muito recompensadora.

Revisão para Conceitos

- Identificar tipos de entidades e atributos em um problema narrativo.
- Critérios para chaves primárias: estáveis e com uma única finalidade.
- Identificar relacionamentos em uma descrição.
- Transformações para acrescentar detalhes em um DER: atributo em tipo de entidade, expandir um tipo de entidade, adicionar histórico.
- Dividir um atributo para padronizar o conteúdo das informações.
- Alterar uma entidade fraca em entidade forte para remover chaves estrangeiras combinadas após a conversão.
- Acrescentar uma hierarquia de generalização para evitar valores nulos.
- Práticas de documentação para decisões importantes de projeto: justificativas para decisões de projeto envolvendo várias alternativas viáveis e explicações sobre escolhas sutis de projeto.
- Práticas de documentação improdutivas: repetir as informações já contidas no DER.
- Erros comuns de projeto: relacionamentos colocados fora de lugar, relacionamentos ausentes, cardinalidades incorretas, uso excessivo de hierarquias de generalização, uso excessivo de tipos de entidades associativas representando relacionamentos N-ários e relacionamentos redundantes.
- Regras básicas para conversão de tipos de entidades e relacionamentos.
- Regras específicas para converter relacionamentos 1-M opcionais, hierarquias de generalização e relacionamentos 1-1.

Questões

1. O que significa dizer que projetar um DER é um processo repetitivo?
2. Por que se deve decompor um atributo composto em atributos menores?
3. Quando é adequado transformar um atributo em um tipo de entidade?
4. Por que transformar um tipo de entidade em dois tipos de entidades e um relacionamento?
5. Por que transformar uma entidade fraca em uma entidade forte?
6. Por que transformar um tipo de entidade em uma hierarquia de generalização?
7. Por que adicionar histórico a um atributo ou relacionamento?
8. Quais as alterações necessárias em um DER ao transformar um atributo em um tipo de entidade?

9. Quais as alterações necessárias em um DER ao dividir um atributo composto?
10. Quais as alterações necessárias em um DER ao expandir um tipo de entidade?
11. Quais as alterações necessárias em um DER ao transformar uma entidade fraca em entidade forte?
12. Quais as alterações necessárias em um DER ao acrescentar um histórico a um atributo ou relacionamento?
13. Quais as alterações necessárias em um DER ao acrescentar uma hierarquia de generalização?
14. O que você deve documentar sobre um DER?
15. O que você deve omitir na documentação de um DER?
16. Por que os erros de projeto são mais difíceis de detectar e resolver do que os erros de diagrama?
17. O que é um relacionamento colocado fora de lugar e como é resolvido?
18. O que é uma cardinalidade incorreta e como é resolvida?
19. O que é um relacionamento ausente e como é resolvido?
20. O que é uso excessivo de hierarquia de generalização e como é resolvido?
21. O que é um ciclo de relacionamento?
22. O que é um relacionamento redundante e como é resolvido?
23. Como um relacionamento M-N é convertido no Modelo Relacional?
24. Como um relacionamento 1-M é convertido no Modelo Relacional?
25. Qual a diferença entre a regra de relacionamento 1-M e a regra de relacionamento 1-M opcional?
26. Como um tipo de entidade fraca é convertido no Modelo Relacional?
27. Como uma hierarquia de generalização é convertida no Modelo Relacional?
28. Como um relacionamento 1-1 é convertido no Modelo Relacional?
29. Quais são os critérios para selecionar uma chave primária?
30. O que você deve fazer se uma chave primária proposta não atende os critérios?
31. Por que você deve entender o processo de conversão mesmo se você utiliza uma ferramenta CASE para fazer a conversão?
32. Quais são os objetivos da análise de problemas narrativos?
33. Quais são algumas das dificuldades ao coletar requisitos de informação para desenvolver um modelo de dados de negócios?
34. Como são identificados os tipos de entidades em um problema narrativo?
35. Como deve ser aplicado o princípio da simplicidade durante a pesquisa dos tipos de entidades em um problema narrativo?
36. Como são identificados os relacionamentos e cardinalidades em um problema narrativo?
37. Como você pode reduzir o número de relacionamentos em um DER inicial?

Problemas

Os problemas são divididos entre problemas de modelagem de dados e problemas de conversão. No Capítulo 7 existem mais problemas de conversão, onde a conversão é seguida pela normalização. Além dos problemas apresentados aqui, o estudo de caso no Capítulo 13 proporciona a prática em um problema maior.

Problemas de Modelagem de Dados

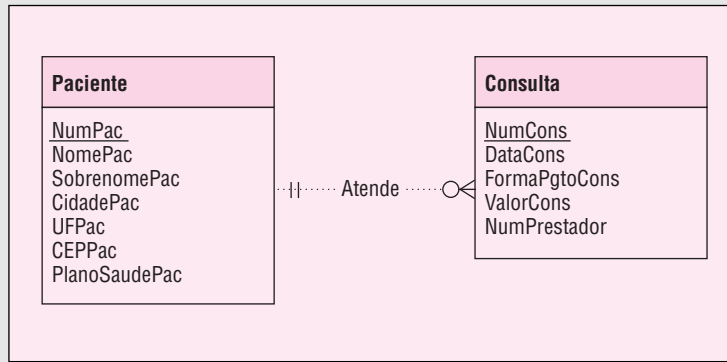
1. Defina um DER para a descrição a seguir. O banco de dados deverá rastrear imóveis e proprietários. Um imóvel possui um identificador de imóvel único, um endereço, uma cidade, um estado, um CEP, número de quartos, número de banheiros e área. Um imóvel pode ser ocupado pelo proprietário ou alugado. Um proprietário possui um número de CPF, um nome, um nome opcional do cônjuge, uma profissão e uma profissão opcional do cônjuge. Um proprietário pode possuir um ou mais imóveis. Cada imóvel possui um proprietário.
2. Refine o DER do problema 1 adicionando um tipo de entidade corretor. Corretores representam proprietários na venda de um imóvel. Um corretor pode catalogar vários imóveis, porém só um corretor pode catalogar um imóvel. Um corretor possui um identificador único de corretor, um nome, um identificador de escritório e um número de telefone. Quando um proprietário concorda em catalogar um imóvel com um corretor, são determinados uma comissão (porcentagem do preço de venda) e um preço de venda.

3. No DER do problema 2, transforme o atributo identificador de escritório em um tipo de entidade. Os dados do escritório incluem um número de telefone, o nome do gerente e o endereço.
4. No DER do problema 3, adicione um tipo de entidade comprador. O tipo de entidade comprador possui um número de CPF, um nome, um telefone, preferências pelo número de quartos e banheiros e uma faixa de preço. Um corretor pode trabalhar com vários compradores, porém um comprador trabalha com um só corretor.
5. Refine o DER do problema 4 com uma hierarquia de generalização para mostrar as similaridades entre compradores e proprietários.
6. Revise o DER do problema 5 adicionando um tipo de entidade oferecimento. Um comprador faz um oferecimento por um imóvel por um preço de venda específico. O oferecimento inicia-se na data e horário de submissão e termina na data e horário especificados. Um número de oferecimento único identifica um oferecimento. Um comprador pode submeter vários oferecimentos para o mesmo imóvel.
7. Construa um DER para representar contas em um banco de dados para um software financeiro pessoal. O software fornece suporte a contas bancárias, cartões de crédito e dois tipos de investimentos (fundos de investimento e ações). Não são suportados outros tipos de contas e cada conta deve ser de um destes tipos de contas. Para cada tipo de conta, o software fornece uma tela de inserção separada. A lista a seguir descreve os campos nas telas de inserção de dados para cada tipo de conta.
 - Para todas as contas, o software necessita de um identificador de conta único, o nome da conta, a data de abertura e o saldo.
 - Para contas bancárias, o software possui atributos para o número do banco, endereço do banco, número da conta bancária e número de roteamento³.
 - Para cartões de crédito o software possui atributos para número do cartão de crédito, data de validade e limite do cartão de crédito.
 - Para ações, o software possui atributos para o símbolo da ação⁴, o tipo de ação (comum ou preferencial), o último valor de dividendos, a última data de dividendos, o câmbio, o último preço de fechamento e o número de ações (número inteiro).
 - Para fundos de investimento, o software possui atributos para o símbolo do fundo mútuo, o saldo de ações (número real), o tipo de fundo (ação, título ou misto), o último preço de fechamento, a região (nacional, internacional ou mundial) e a situação de isenção de impostos (sim ou não).
8. Construa um DER para representar categorias em um banco de dados para um software financeiro pessoal. Uma categoria possui um identificador único de categoria, um nome, um tipo (gasto, propriedade, dívida ou rendimento) e um saldo. As categorias organizam-se hierarquicamente de modo que uma categoria pode ter uma categoria pai e uma ou mais subcategorias. Por exemplo, a categoria “afazeres domésticos” pode ter as subcategorias “limpeza” e “manutenção”. Uma categoria pode ter qualquer número de níveis de subcategorias. Faça um diagrama de exemplo para mostrar os relacionamentos entre categorias.
9. Projete um DER para peças e relacionamentos entre peças. Uma peça possui um identificador único, um nome e uma cor. Uma peça pode ter vários componentes e vários componentes são utilizados nela. A quantidade de cada componente deverá ser registrada. Faça um diagrama de exemplo para mostrar os relacionamentos entre peças.
10. Projete um DER para representar uma fatura de um cartão de crédito. A fatura possui duas partes: um cabeçalho contendo o número único da fatura, o número da conta do titular do cartão de crédito e a data da fatura; e uma seção de detalhamento contendo uma lista de zero ou mais transações para as quais o saldo é devido. Cada linha de detalhe possui um número de linha, uma data de transação, um nome de comércio e o valor da transação. O número de linha é único em uma fatura.
11. Altere seu DER do problema 10. Tudo fica igual, exceto que cada linha de detalhe contém um número único de transação em vez de um número de linha. Os números de transação são únicos nas faturas.
12. Utilizando o DER da Figura 6.P1, transforme o atributo *NumPrestador* em um tipo de entidade (*Prestador*) e um relacionamento 1-M (*Tratamentos*). Um prestador de serviços de saúde possui um número único de prestador, um nome, um nome de família, um telefone, uma especialidade, um nome de hospital onde o prestador clínica, um endereço de e-mail, uma certificação, uma classificação salarial de pagamento e um cargo. É necessário um prestador para uma consulta. Prestadores novos não possuem consultas associadas.
13. No resultado do problema 12, amplie o tipo de entidade *Consulta* para registrar detalhes sobre a consulta. O detalhamento da consulta contém um número de detalhamento, um valor de detalhamento, um número opcional de prestador e um item associado. A combinação do número da consulta com o número de detalhamento

³ NRT. Um número de roteamento é um código de 9 dígitos utilizado na parte inferior de cheques e outros instrumentos de negociação bancária para identificar a instituição financeira em que foi sacado. Utilizado somente nos Estados Unidos.

⁴ NRT: Um símbolo da ação é um mnemônico usado para identificar com segurança unicamente quotas comercializadas publicamente de uma empresa em um mercado de ações particular.

FIGURA 6.P1
DER para o
Problema 12



da consulta é única para o detalhamento da consulta. Um item inclui um número único de item, uma descrição de item, um preço de item e um tipo de item. Um item pode estar relacionado a vários itens de consulta. Itens novos não podem estar relacionados a qualquer detalhe de consulta. Um prestador pode estar relacionado a vários itens de consulta. Alguns prestadores podem não estar relacionados a qualquer detalhe de consulta. Além disso, um prestador pode estar relacionado a várias consultas como indicado no problema 12.

14. No resultado do problema 13 adicione uma hierarquia de generalização para distinguir entre prestadores enfermeiro e médico. Um enfermeiro possui uma classificação salarial e um cargo. Um médico possui um hospital de residência, um endereço de e-mail e uma certificação. Os outros atributos de prestador aplicam-se tanto a médicos como a enfermeiros. Uma consulta inclui um prestador médico enquanto que um detalhamento de consulta pode envolver um prestador enfermeiro.
15. No resultado do problema 14, transforme *DetalheCons* em um tipo de entidade forte com *NumDetalheCons* como chave primária.
16. No resultado do problema 15, adicione um histórico de preços de itens. Sua solução deve contemplar o preço atual juntamente com os dois preços mais recentes. Inclua as datas de alteração para cada preço de item.
17. No resultado do problema 15, adicione um histórico de preços de itens. Sua solução deverá contemplar um número ilimitado de preços e datas de alteração.
18. Projete um DER com tipos de entidades para projetos, especialidades e contratantes. Adicione relacionamentos e/ou tipos de entidades como indicado na descrição a seguir. Cada contratante possui exatamente uma especialidade, porém vários contratantes podem fornecer a mesma especialidade. Um contratante pode fornecer a mesma especialidade a vários projetos. Um projeto pode utilizar várias especialidades e uma especialidade pode ser utilizada em vários projetos. Cada combinação de projeto e especialidade deverá ter pelo menos dois contratantes.
19. Para o problema a seguir, defina um DER para os requisitos iniciais e revise o DER para os novos requisitos. Sua solução deverá ter um DER inicial, um DER revisado e uma lista de decisões de projeto para cada DER. Ao executar sua análise, você poderá seguir a abordagem apresentada na Seção 6.1.

O banco de dados dá suporte ao escritório de colocações de uma escola líder de graduação em administração. O objetivo principal do banco de dados é agendar entrevistas e facilitar buscas por alunos e empresas. Considere os requisitos a seguir para seu DER inicial.

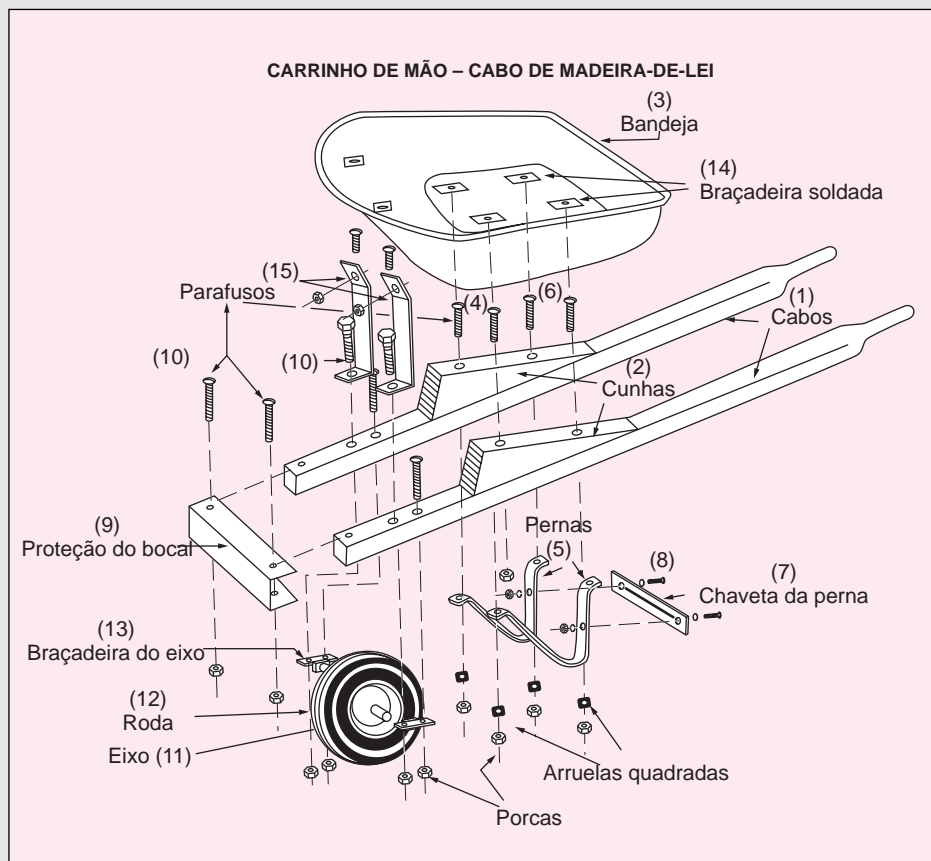
- Os dados do aluno incluem um identificador único de aluno, um nome, um telefone, um endereço de e-mail, um endereço na Web, a especialização principal e as secundárias, e a média geral de notas escolares.
- O escritório de colocação mantém uma lista-padrão de cargos baseada na lista de cargos do Departamento do Trabalho. Os dados de cargo incluem um identificador único de cargo e uma descrição de cargo.
- Os dados da empresa incluem um identificador único de empresa, um nome de empresa e uma lista de cargos e entrevistadores. Cada empresa deve simplesmente mapear seus cargos na lista de cargos mantida pelo escritório de colocação. Para cada cargo disponível, a empresa lista as cidades nas quais eles estão disponíveis.
- Os dados do entrevistador incluem um identificador único de entrevistador, um nome, um telefone, um endereço de e-mail, um endereço na Web. Cada entrevistador trabalha para uma empresa.
- Uma entrevista inclui um número único de entrevista, uma data, um horário, um local (prédio e sala), um entrevistador e um aluno.

Após revisar seu projeto inicial, o escritório de colocação decide revisar os requisitos. Faça um DER separado para mostrar seus refinamentos. Refine seu DER original para dar suporte aos novos requisitos a seguir:

- Permita que as empresas utilizem sua própria linguagem para descrever os cargos. O escritório de colocação não manterá uma lista de cargos-padrão.
 - Permita que as empresas indiquem as datas de disponibilidade e o número de vagas para os cargos.
 - Permita que as empresas reservem blocos de tempo de entrevista. Os blocos de entrevista não especificarão horários para entrevistas individuais. Em vez disso, uma empresa solicitará um bloco de X horas durante uma semana específica. As empresas reservam blocos de entrevista antes que o escritório de colocação marque entrevistas individuais. Portanto, o escritório de colocação precisa armazenar entrevistas e também os blocos de entrevistas.
 - Permita que os alunos submetam lances para blocos de entrevista. Os alunos recebem um valor estabelecido em reais que eles podem alocar entre os lances. O mecanismo de lances é uma abordagem de pseudomercado para alocar entrevistas, um recurso insuficiente. Um lance contém um identificador único de lance, um valor de lance e uma empresa. Um aluno pode submeter vários lances e um bloco de entrevista pode receber vários lances.
20. Para o problema abaixo, defina um DER para os requisitos iniciais e revise o DER para os novos requisitos. Sua solução deverá ter um DER inicial, um DER revisado e uma lista de decisões de projeto para cada DER. Ao executar sua análise, você poderá seguir a abordagem apresentada na Seção 6.1.
- Projete um banco de dados para administrar a atribuição de tarefas de uma ordem de serviço. Uma ordem de serviço registra o conjunto de tarefas solicitadas por um consumidor para um local específico.
- O consumidor possui um identificador único de consumidor, um nome, um endereço de cobrança (rua, cidade, UF e CEP) e um conjunto de ordens de serviço submetidas.
 - Uma ordem de serviço possui um número único de ordem de serviço, uma data de criação, uma data exigida, uma data de término, um funcionário de supervisão opcional, um endereço (rua, cidade, UF, CEP) e um conjunto de tarefas.
 - Cada tarefa possui um identificador único de tarefa, um nome de tarefa, uma taxa por hora e uma previsão de horas. As tarefas são padronizadas nas ordens de serviço de modo que a mesma tarefa pode ser executada em várias ordens de serviço.
 - Cada tarefa em uma ordem de serviço possui um situação (não iniciada, em execução ou terminada), horas reais e data de término. A data de término não é inserida até que a situação mude para terminada.
- Após revisar seu projeto inicial, a empresa decide revisar os requisitos. Faça um DER separado para mostrar seus refinamentos. Refine seu DER original para suprir os novos requisitos a seguir:
- A empresa deseja manter uma lista de materiais. Os dados sobre materiais incluem um identificador único de material, um nome e um custo estimado. Um material pode aparecer em várias ordens de serviço.
 - Cada ordem de serviço possui também um conjunto de requisições de materiais. Uma requisição de materiais inclui um material, uma quantidade estimada do material e a quantidade real de material utilizado.
 - O número estimado de horas para uma tarefa depende da ordem de serviço e da tarefa e não somente da tarefa. Cada tarefa de uma ordem de serviço inclui um valor de horas estimado.
21. Para o problema a seguir, defina um DER para os requisitos iniciais e revise o DER para os novos requisitos. Sua solução deverá ter um DER inicial, um DER revisado e uma lista de decisões de projeto para cada DER. Ao executar sua análise, você poderá seguir a abordagem apresentada na Seção 6.1.
- Projete um banco de dados para auxiliar os funcionários de uma instalação a gerenciar a designação de chaves aos funcionários. O objetivo principal do banco de dados é assegurar uma contabilidade adequada de todas as chaves.
- Um funcionário possui um identificador único de funcionário, um nome, um cargo e um identificador de escritório opcional.
 - Um edifício possui um identificador único de edifício, um nome e uma localização no *campus*.

- Uma sala possui um número de sala, um tamanho (dimensões físicas), uma capacidade, um número de entradas e uma descrição dos equipamentos da sala. Como cada sala está localizada em exatamente um edifício, a identificação da sala depende da identificação de um edifício.
 - Os tipos de chave (conhecidas também como chaves-mestras) são projetados para abrir uma ou mais salas. Uma sala pode ter um ou mais tipos de chaves que a abrem. Um tipo de chave possui um número único de tipo de chave, a data de projeto e o funcionário que autorizou o tipo de chave. Um tipo de chave deve ser autorizado antes de ser criado.
 - Uma cópia de um tipo de chave é conhecida como chave. As chaves são designadas aos funcionários. Cada chave é designada a exatamente um funcionário, porém um funcionário pode ter várias chaves. O número do tipo de chave mais o número de cópia identificam uma chave de maneira única. A data em que a cópia foi feita deverá ser registrada no banco de dados.
- Após revisar seu projeto inicial, o supervisor da instalação decide revisar os requisitos. Faça um DER separado para mostrar seus refinamentos. Refine seu DER original para suprir os requisitos novos a seguir:
- A instalação precisa saber não só o proprietário atual da chave, mas também os proprietários anteriores. Para os proprietários anteriores, deverá ser registrada a faixa de datas em que a chave foi mantida.
 - A instalação precisa saber a situação atual de cada chave: em uso por um funcionário, guardada ou perdida. Caso perdida, deverá ser armazenada a data em que a perda foi informada.
22. Defina um DER que forneça suporte à geração de diagramas explodidos de produto, instruções de montagem e listas de peças. Esses documentos são, tipicamente, incluídos em produtos de hardware vendidos para o público. Seu DER deverá apresentar os produtos finais bem como as peças que compõem os produtos finais. Os itens a seguir fornecem mais detalhes sobre os documentos.
- Seu DER deve dar condições à geração de diagramas explodidos de produtos como mostrado na Figura 6.P2 para um carrinho de mão com um cabo de madeira. Seu DER deverá armazenar os relacionamentos de contenção juntamente com as quantidades necessárias para cada peça componente.

FIGURA 6.P2
Diagrama explodido
de produto



Para desenhos lineares e especificações geométricas de posicionamento, você pode assumir que os tipos de dados imagem e posição estão disponíveis para armazenar valores de atributos.

- Seu DER deve dar condições à geração de instruções de montagem. Cada produto pode ter um conjunto de passos numerados como instrução. A Tabela 6.P1 mostra algumas instruções de montagem para um carrinho de mão. Os números nas instruções referem-se às partes do diagrama.
- Seu DER deve dar condições à geração de uma lista de peças para cada produto. A Tabela 6.P2 mostra a lista de peças para o carrinho de mão.



23. Para o DER do relatório de despesas mostrado na Figura 6.P3, identifique e resolva os erros e anote a incompletude nas especificações. Sua solução deverá incluir uma lista de erros e um DER revisado. Para cada erro, identifique o tipo de erro (diagrama ou projeto) e o erro específico dentro de cada tipo de erro. Lembre-se de que o DER pode ter tanto erros de diagrama quanto de projeto. Caso esteja utilizando o

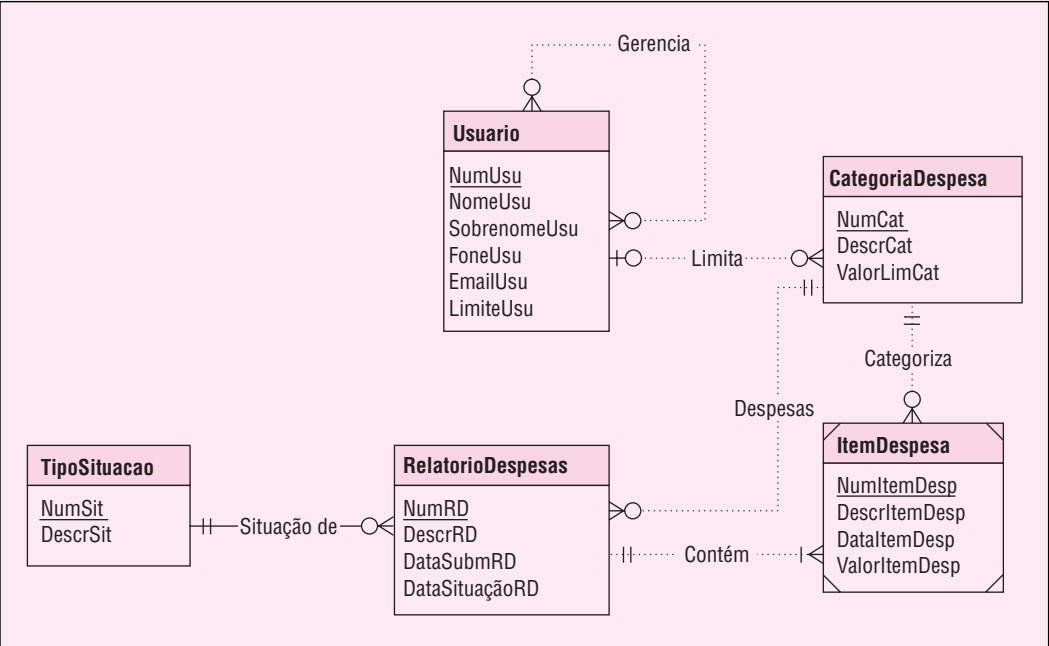
TABELA 6.P1
Exemplo de
Instruções de
Montagem para o
Carrinho de Mão

Etapa	Instruções
1	A montagem exige algumas ferramentas de mão, uma chave de fenda, uma chave de boca aberta (fixa) ou fechada (estrela) para instalar as porcas.
2	NÃO aperte as porcas com a chave até que todo o carrinho de mão tenha sido montado.
3	Coloque os cabos (1) sobre duas caixas ou dois cavaletes (um em cada extremidade).
4	Coloque uma cunha (2) na parte superior de cada cabo e alinhe os furos dos parafusos na cunha com os furos dos parafusos correspondentes no cabo.

TABELA 6.P2
Lista parcial de peças
para o carrinho de
mão

Quantidade	Descrição da peça
1	Bandeja
2	Cabo de madeira-de-lei
2	Cunha de madeira dura
2	Perna

FIGURA 6.P3 DER para o Banco de Dados de Relatório de Despesas



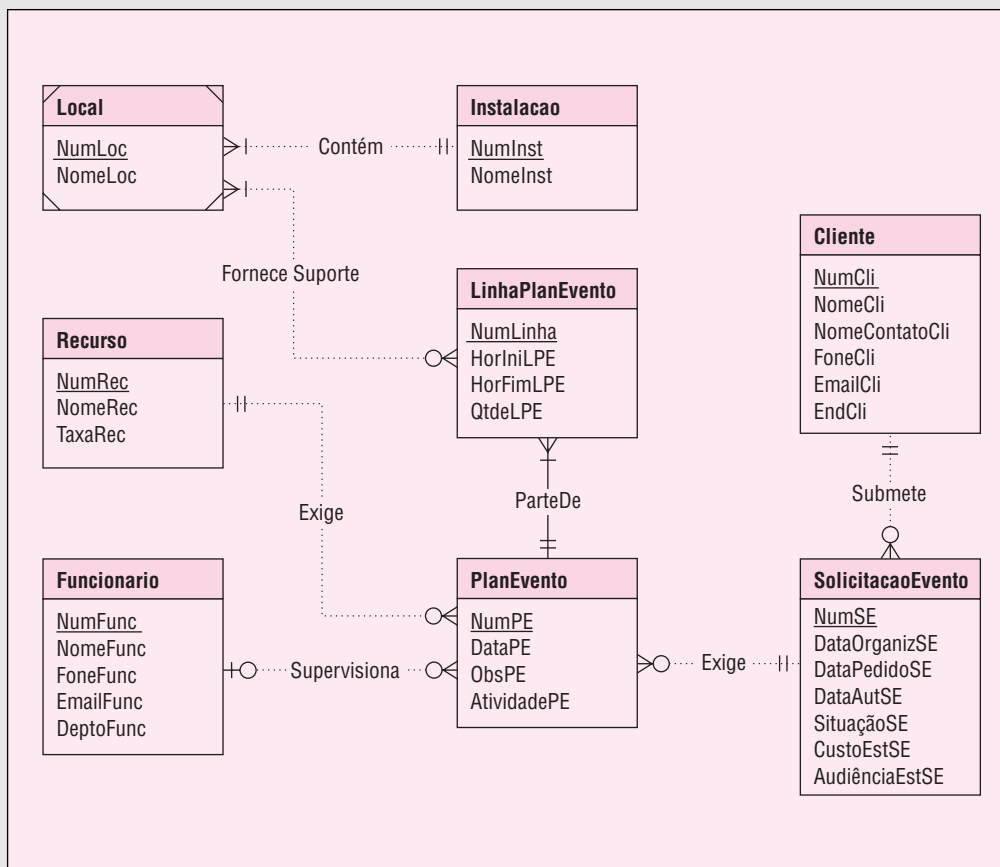
ER Assistant, você poderá utilizar o recurso Check Diagram após verificar as regras do diagrama. As especificações para o DER são:

- O banco de dados de Relatório de Despesas rastreia os relatórios de despesas e os itens do relatório de despesas e também: usuários, categorias de despesas, códigos de situação e limites de gastos na categoria despesas.
- Para cada usuário, o banco de dados registra um número único de usuário, o nome, o sobrenome, o telefone, o endereço de e-mail, o limite de gastos, os relacionamentos organizacionais entre usuários e as categorias de despesas (pelo menos uma) disponíveis para o usuário. Um usuário pode gerenciar outros usuários, porém pode ter no máximo um gerente. Para cada categoria de despesa disponível para um usuário, existe um valor-limite.
- Para cada categoria de despesa, o banco de dados registra um número único de categoria, a descrição da categoria, o limite de gastos e os usuários autorizados a utilizar a categoria de despesas. Quando uma categoria de despesas é criada, podem não existir usuários relacionados a ela.
- Para cada código de situação, o banco de dados registra um número único de situação, a descrição da situação e os relatórios de despesas utilizando o código da situação.
- Para cada relatório de despesa, o banco de dados registra um número único de relatório de despesa, a descrição, a data de submissão, a data da situação, o código da situação (obrigatório), o número do usuário (obrigatório) e os itens de despesa relacionados.
- Para cada item de despesa, o banco de dados registra um número único de item, a descrição, a data da despesa, o valor, a categoria de despesa (obrigatório) e o número do relatório de despesa (obrigatório).



24. Para o DER do Intercollegiate Athletic mostrado na Figura 6.P4, identifique e resolva os erros e anote a incompletude nas especificações. Sua solução deverá incluir uma lista de erros e um DER revisado. Para cada erro, identifique o tipo de erro (diagrama ou projeto) e o erro específico dentro de cada tipo de erro.

FIGURA 6.P4 DER para o Banco de Dados do Intercollegiate Athletic



Observe-se que o DER pode ter tanto erros de diagrama quanto de projeto. Caso esteja utilizando o ER Assistant, você poderá utilizar o recurso Check Diagram após verificar as regras do diagrama. As especificações para o DER são:

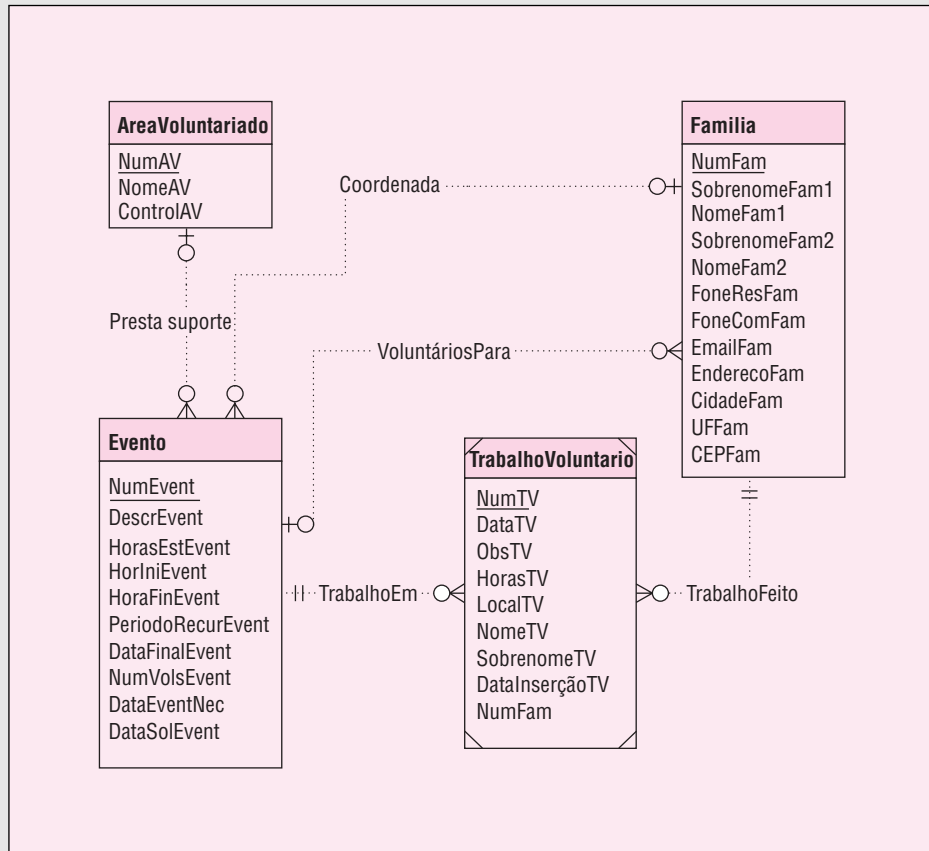
- O banco de dados do Intercollegiate Athletic dá suporte à programação e operação de eventos, juntamente com o rastreamento de clientes, instalações, locais dentro das instalações, funcionários e recursos para apoiar os eventos. Para programar um evento o cliente inicia uma solicitação de evento dentro do Departamento do Intercollegiate Athletic. Se uma solicitação de evento é aprovada, são feitos um ou mais planos de eventos. Tipicamente, os planos de eventos são feitos para montagem, operação e limpeza de um evento. Um plano de evento consiste em uma ou mais linhas de planejamento de evento.
- Para cada solicitação de evento, o banco de dados registra um número único de evento, a data de organização, a data da autorização, a situação, um custo estimado, o público estimado, o número da instalação (obrigatório) e o número do cliente (obrigatório).
- Para cada plano de evento, o banco de dados registra um número único de plano, observações sobre o plano, a data do trabalho, a atividade (montagem, operação ou limpeza), o número do funcionário (opcional) e o número do evento (obrigatório).
- Para cada linha de plano de evento, o banco de dados registra o número da linha (único dentro de um número de plano), o número do plano (obrigatório), a data de início, a data de término, o número do recurso (obrigatório), o número do local (obrigatório) e a quantidade de recursos necessária.
- Para cada cliente, o banco de dados registra um número único de cliente, o nome, o endereço, o nome do contato, o telefone, o endereço de e-mail e a lista de eventos solicitados pelo cliente. O cliente não é armazenado no banco de dados até submeter uma solicitação de evento.
- Para cada instalação, o banco de dados registra um número único de instalação, o nome da instalação e a lista de eventos para os quais foi solicitada a instalação.
- Para cada funcionário, o banco de dados registra um número único de funcionário, o nome, o nome do departamento, o telefone, o endereço de e-mail e a lista de planos de eventos supervisionados pelo funcionário.
- Para cada local, o banco de dados registra um número da instalação relacionada, o nome do local (único dentro de uma instalação), o nome e a lista de linhas de planos de eventos para os quais foi solicitado o local.
- Para cada recurso, o banco de dados registra um número único de recurso, o nome, a taxa de aluguel e a lista de linhas de planos de eventos para os quais foi solicitado o recurso.



25. Para o DER do Sistema de Informações de Voluntários mostrado na Figura 6.P5, identifique e resolva os erros e anote a incompletude nas especificações. Sua solução deverá incluir uma lista de erros e um DER revisado. Para cada erro, identifique o tipo de erro (diagrama ou projeto) e o erro específico dentro de cada tipo de erro. Lembre-se de que o DER pode ter tanto erros de diagrama quanto de projeto. Caso esteja utilizando o ER Assistant, você poderá utilizar o recurso Check Diagram após verificar as regras do diagrama. As especificações para o DER são:

- O Sistema de Informações de Voluntários apóia organizações que necessitam rastrear voluntários, áreas de voluntariado, eventos e horas trabalhadas em eventos. Inicialmente, o sistema será desenvolvido para escolas comunitárias que têm a participação obrigatória de pais e voluntários. Os voluntários registram-se como família com ambos os pais ou com apenas um. Os coordenadores dos voluntários recrutam os voluntários das áreas de voluntariado. Os organizadores de eventos recrutam voluntários para trabalhar em eventos. Alguns eventos exigem um cronograma de voluntários enquanto outros não utilizam cronograma. Os voluntários trabalham em eventos e registram o tempo trabalhado.
- Para cada família, o banco de dados registra um número único de família, o nome e o sobrenome de cada pai, os telefones residenciais e comerciais, o endereço postal (rua, cidade, UF e CEP) e um endereço de e-mail opcional. Para lares com pais solteiros são registradas informações de apenas um pai.
- Para cada área de voluntariado, o banco de dados registra uma área única de voluntariado, o nome da área de voluntariado, o grupo (conselho administrativo universitário ou associação de pais e mestres)

FIGURA 6.P5
DER para o Sistema
de Informações de
Voluntários



que controla a área de voluntariado, a família que coordena a área de voluntariado. Em alguns casos, uma família coordena mais de uma área de voluntariado.

- Para eventos, o banco de dados registra um número único de evento, a descrição do evento, a data do evento, o horário de início e fim do evento, o número necessário de voluntários, o período do evento e a data de expiração, se o evento é um evento recorrente, e a lista de famílias de voluntários para o evento. As famílias podem se registrar com antecedência para um conjunto de eventos.
 - As horas trabalhadas são registradas após o término de uma atribuição de trabalho. O banco de dados contém o nome e o sobrenome do voluntário, a família que o voluntário representa, o número de horas trabalhadas, o evento opcional, a data em que trabalhou, o local do trabalho e comentários opcionais. O evento é opcional para permitir horas de voluntariado para atividades que não são consideradas eventos.
26. Defina um DER que forneça suporte à geração de guias de programação de televisão, listas de filmes, listas de esportes, listas de acesso público e tabelas de conversão de canais a cabo. Estes documentos são, tipicamente, incluídos em revistas de TVs que acompanham os jornais de domingo. Além disso, estes documentos estão disponíveis on-line. Os itens a seguir fornecem mais detalhes sobre os documentos.
- O guia de programação de televisão relaciona os programas disponíveis durante cada horário do dia, como mostrado na Figura 6.P6. Para cada programa em um canal/horário, o guia de programação deve incluir alguns ou todos os seguintes atributos: nome do programa, classificação etária, descrição, situação de reexibição (sim ou não), duração, situação de closed caption (sim ou não) e um horário de início se um programa não começa em incrementos de meia hora. Para cada filme, o guia pode incluir também alguns ou todos os seguintes atributos: uma avaliação (número de estrelas de 1 a 4, com incrementos de meia estrela), uma lista dos atores principais, um resumo opcional, uma classificação

FIGURA 6.P6
Amostra Guia de
Programação
de Televisão

CANAIS		18h	18h30	19h	19h30
CONTINUAÇÃO CANAIS A CABO					
68	68	Life Makeover Project		Sixteen <i>Pepa's Fight</i> 'TVPG'	
58	7	Ed McMahon's Next Big Star		Candid Camera	
61	61	Home Projects With Rick & Dan			
52	76	◀ Doctor Who ★ ★ ('96) 'TVPG'		The Addams Family ★ ★ ★	
25	25	Home Living - Lamps			
67	67	SoapTalk		Soapnet Special	
22	15	133	Bishop Jakes	Joyce Meyer	C. McClendon Jack Hayford
57	6	◀ U.S. Marshals ★ ★ ('98, Crime drama) <i>Tommy Lee Jones</i> 'TV14'			
64	82	A Face in the Crowd ★ ★ ★ ▶ ('57) <i>Andy Griffith, Patricia Neal</i>			
44	44	Beyond Tough		Junkyard Wars	
47	47	🏈 Arena Football (L)		Real TV	Real TV
51	51	◀ The Peacemaker ★ ★ ▶ ('97, Action) <i>George Clooney</i> 'TV14' (CC)			
59	78	America's Best Waterparks		America's Best Beaches 3	
66	86	Beaver	Beaver	Batman	Batman
33	33	The Rage: Carrie 2 ★ ▶ ('99) <i>Emily Bergl, Jason London</i> (CC)			
45	45	◀ Movie	Military Diaries	VH1 Special	
69	69	(:15) Wall Street ★ ★ ★ ▶ ('87, Drama) <i>Michael Douglas</i> 'R'			
10	62	◀ Bull Durham ★ ★ ★ ('88)		Mutant X (R)	

etária e o ano de lançamento. Os programas de acesso público são mostrados em um guia de acesso público e não no guia de programação de televisão.

- Uma lista contém todos os filmes mostrados em um guia de TV como mostrado na Figura 6.P7. Para cada filme, o guia pode incluir também alguns ou todos os seguintes atributos: título, ano de lançamento, avaliação, classificação etária, abreviação do canal, lista de combinação de dias da semana/horário, uma lista dos atores principais e uma breve descrição. A lista de filmes é organizada em ordem ascendente por títulos de filmes.
- Uma lista de esportes contém toda programação de esportes de um guia de TV como mostrado na Figura 6.P8. Uma lista de esportes é organizada por esporte e dia dentro de um esporte. Para cada item em uma lista de esportes pode-se incluir também alguns ou todos os seguintes atributos: título do evento, horário, duração, canal, indicação de closed caption, indicador de ao vivo e indicador de reexibição.
- Uma lista de acesso público mostra a programação de acesso público que não aparece em nenhum outro lugar de um guia de TV como mostrado na Figura 6.P9. Uma lista de acesso público contém uma lista de organizações comunitárias (título, área, endereço, cidade, UF, CEP e telefone). Após listar as organizações

FIGURA 6.P7 Amostra de Lista de Filmes

FILMES	
A	
<p>A.I.: ARTIFICIAL INTELLIGENCE <i>Science fiction</i> in the Future, a cutting-edge android in the form of a boy embarks on a journey to discover its true nature. <i>Haley Joel Osmont</i> (PG-13, 2:25) (AS, V) '01 (Esp.) iN1 June 2 3:30pm; 6 10:00am; 8 8:00am; 11 5:30pm; 13 10:00am; 25 10:00am; 29 9:00am (CC) , iN2 June 1 7:30pm; 8 6:00am; 19 6:30am; 11 3:30pm; 12 7:30am; 13 11:00am (CC) , iN3 June 5 9:00am, 11:30am, 2:00pm, 4:30pm, 7:00pm, 9:30pm (CC) , iN4 June 6 9:00am, 11:30am, 2:00pm, 4:30pm, 7:00pm, 9:30pm</p> <p>A.K.A CASSIUS CLAY *** <i>Documentary</i> Heavyweight boxing champ Muhammad Ali speaks, visits comic Stepin Fetchit and appears in fight footage. (PG, 1:25) (AS, L, V) '70 (Esp.) TMC June 1 6:15am; 6 2:30pm; 19 6:20am, TMC-W June 1 9:15am; 6 5:30pm; 10 9:20am</p> <p>ABANDON SHIFT *** <i>Adventure</i> Short rations from a sunken liner force the officer of a packed lifeboat to sacrifice the weak. <i>Tyrone</i></p>	<p><i>Power</i> (NR, 1:37) '57 (Esp.) TMAX June 4 6:05am; 21 4:40pm; 30 3:20pm</p> <p>ABBOTT AND COSTELLO MEET THE KILLER, BORIS KARLOFF. *** <i>Comedy</i> A hotel detective and bellhop find dead bodies and a fake swami. <i>Bud Abbott</i> (TVG, 1:30) '48 AMC June 28 5:30pm; 21 7:35am (CC)</p> <p>ABBOTT AND COSTELLO MEET FRANKENSTEIN *** <i>Comedy</i> The Wolf Man tries to warn a dimwitted porter that Dracula wants his brain for a monster's body. <i>Bud Abbott</i> (TVG, 1:30) '48 AMC June 5 5:30pm (CC)</p> <p>ABDUCTION OF INNOCENCE: A MOMENT OF TRUTH MOVIE ** <i>Drama</i> A lumber magnate's teen daughter stands trial for being an accomplice in her own kidnapping. <i>Katie Wright</i> (TVPG, 1:45) '96 LMN June 1 8:00pm; 2 9:30am (CC)</p> <p>THE ABDUCTION OF KARI SWENSON ** <i>Docudrama</i> A U.S. Olympic biathlete is kidnapped in 1984 by father-and-son Montana mountain men. <i>Tracy Pollan</i> (TVPG, 1:45) (V) '87 LMN June 10 4:30pm; 11 6:00am</p> <p>ABOUT ADAM *** <i>Romance-comedy</i> A magnetic young man meets and romances an Irish waitress, then courts and beds the rest of the family. <i>Stuart Townsend</i> (R, 1:45) (AS, L) '00 STARZIC June 22 8:00pm; 23 1:10pm; 27 2:30pm, 10:15pm (CC)</p> <p>ABOUT SARAH ** <i>Drama</i> A young woman decides whether to continue her medical career or care for her impaired mother. <i>Kellie</i></p> <p>discovery. Ed Harris (PG-13, 2:47) (AS, L, V) '89 (Esp.) ACTION June 2 12:05pm, 8:00pm, 3 6:45am; 13 12:20pm, 8:00pm; 22 8:10am, 5:35pm</p> <p>THE ACCIDENT: A MOMENT OF TRUTH MOVIE ** <i>Docudrama</i> A teen, charged with manslaughter in a drunken driving crash that killed her best friend, uses alcohol to cope. <i>Bonnie Root</i> (TVPG, 1:45) '97 LMN June 8 2:45pm (CC)</p> <p>THE ACCIDENTAL TOURIST *** <i>Drama</i> A travel writer takes up with his dog trainer after his wife moves out. <i>William Hurt</i> (TVPG, 2:30) (AS, L) '88 FOX-WXIX June 23 12:00pm</p> <p>THE ACCUSED *** <i>Crime drama</i> A psychology professor goes to trial for killing a student who tried to seduce her. <i>Loretta Young</i> (NR, 1:41) '48 TCM June 8 10:30am</p> <p>AN ACT OF LOVE: THE PATRICIA NEAL STORY *** <i>Docudrama</i> The actress recovers from a 1966 stroke with help from friends and her husband, writer Roald Dahl. <i>Glenda Jackson</i> (NR, 1:40) '81 WE June 26 11:10am</p> <p>ACTIVE STEALTH <i>Action</i> When terrorists steal a stealth bomber, the Army calls upon a veteran fighter pilot and his squadron to retrieve it. <i>Daniel Baldwin</i> (R, 1:38) (AS, L, V) '99 (Esp.) AMAX June 2 2:45pm; 5 4:30pm; 7 8:00pm; 10 12:10pm; 15 6:20pm; 18 8:00pm; 24 12:50pm; 25 1:15pm; 30 1:15pm (CC)</p> <p>THE ACTRESS *** <i>Drama</i> Supported by her mother, a New Englander finally tells her salty</p>

comunitárias, uma lista de acesso contém a programação de cada dia/horário. Como o acesso público não ocupa todos os horários e existe apenas um canal, existe uma lista de horários para cada dia e não uma grade igual ao guia de TV completo. Cada programa de acesso público possui um título e uma organização comunitária patrocinadora opcional.

- Uma tabela de conversão para cabo mostra o mapeamento de canais por meio dos sistemas de TV a cabo como mostrado na Figura 6.P10. Para cada canal, uma tabela de conversão mostra um número em cada sistema de cabo na área geográfica local.

FIGURA 6.P8 Amostra de Lista de Esportes

Esportes		EVENTOS HÍPICOS	
8:00pm GOLF Golf Murphy's Irish Open, First Round (R) 11:00pm GOLF Golf Murphy's Irish Open, First Round (R)		DOMINGO, 2 JUNHO 2:00pm ESPN Equestrian Del Mar National (CC)	
SEXTA-FEIRA, 28 JUNHO 10:00am GOLF Golf Murphy's Irish Open, Second Round (L) 12:00pm ESPN U.S. Senior Open, Second Round (L) (CC) 2:00pm ESPN PGA FedEx St. Jude Classic, Second Round (L) (CC) 3:00pm GOLF Golf ShopRite LPGA Classic, First Round (L) 4:00pm ESPN Golf U.S. Senior Open, Second Round (L) (CC) 5:30pm GOLF Scorecard Report 8:00pm GOLF Golf ShopRite LPGA Classic, First Round (R) 10:00pm GOLF Scoreboard Report 11:00pm GOLF Golf Murphy's Irish Open, Second Round (R)		QUARTA-FEIRA, 5 JUNHO 2:00pm ESPN2 Wire to Wire SEXTA-FEIRA, 7 JUNHO 5:00pm ESPN2 Horse Racing Acorn Stakes (L) SÁBADO, 8 JUNHO 2:00pm ESPN2 Horse Racing Belmont Stakes Special (L) (CC) 5:00pm NBC-WLWT Horse Racing Belmont Stakes (L) (CC)	
SÁBADO, 29 JUNHO 10:00am GOLF Golf Murphy's Irish Open, Third Round (L) 3:00pm NBC-WLWT Golf U.S. Senior Open, Third Round (L) (CC) 4:00pm ABC-WCPO PGA FedEx St. Jude Classic, Third Round (L) 4:30pm GOLF Golf ShopRite LPGA Classic, Second Round (L) 7:00pm GOLF Scorecard Report 8:00pm GOLF Haskins Award 8:30pm GOLF Golf ShopRite LPGA Classic, Second Round (R) 10:00pm GOLF Scorecard Report 11:00pm GOLF Haskins Award 11:30PM GOLF Golf Murphy's Irish Open, Third Round (R)		QUARTA-FEIRA, 12 JUNHO 2:00pm ESPN2 Wire to Wire SÁBADO, 15 JUNHO 5:00pm CBS-WKRC Horse Racing Stephen Foster Handicap (L) QUARTA-FEIRA, 19 JUNHO 2:00pm ESPN2 Wire to Wire QUARTA-FEIRA, 26 JUNHO 2:00pm ESPN2 Wire to Wire SÁBADO, 29 JUNHO 3:00pm ESPN2 Budweiser Grand Prix of Devon 5:00pm CBS-WKRC Horse Racing The Mothergoose (L) (CC) 11:00pm ESPN2 2Day at the Races (L)	
		ARTES CONJUGAIS	
		SÁBADO, 1 JUNHO 10:00pm iN2 World Championship Kickboxing Bad to the Bone (L)	
		SEGUNDA-FEIRA, 3 JUNHO 9:00pm iN2 World Championship Kickboxing Bad to the Bone (R)	
		DOMINGO, 16 JUNHO 9:00pm iN1 Ultimate Fighting Championship: Ultimate Royce Gracie	
		SEGUNDA-FEIRA, 17 JUNHO 1:00am iN2 Ultimate Fighting Championship: Ultimate Royce Gracie 11:30pm iN2 Ultimate Fighting Championship: Ultimate Royce Gracie	

FIGURA 6.P9 Amostra de Lista de Acesso Público

ACESSO PÚBLICO		SEGUNDA-FEIRA		11:30 p.m.– Fire Ball Ministry Church of God	
Lista de acesso público para o canal 24 em todos os franchises da Time Warner na Grande Cincinnati: Media Bridges Cincinnati, 1100 Race St., Cincinnati 45210. 651-4171. Waycross Community Media (Forest Park-Greenhills-Springfield Twp.), 2086 Waycross Road, Forest Park 45240. 825-2429. Intercommunity Cable Regulatory Commission, 2492 Commodity Circle, Cincinnati 45241. 772-4272. Norwood Community Television, 2020 Sherman Ave., Norwood 45212. 396-5573. DOMINGO 7 a.m.– Heart of Compassion 7:30 a.m.– Community Pentecostal 8 a.m.– ICRC Programming 8:30 a.m.– ICRC Programming 9 a.m.– St. John Church of Christ 10 a.m.– Beulah Missionary Baptist		6 a.m.– Sunshine Gospel Hour		12:30 a.m.– Second Peter Pentecostal Church	
		7 a.m.– Latter Rain Ministry		1:30 a.m.– Road to Glory Land	
		8 a.m.– Dunamis of Faith		3:30 a.m.– Shadows of the Cross	
		8:30 a.m.– In Jesus' Name		QUARTA-FEIRA	
		9 a.m.– Happy Gospel Time TV		6 a.m.– Pure Gospel	
		10 a.m.– Greek Christian Hour		8 a.m.– ICRC Programming	
		10:30 a.m.– Armor of God		8:30 a.m.– Way of the Cross	
		11 a.m.– Delhi Christian Center		9 a.m.– Church of Christ Hour	
		Noon – Humanist Perspective		10 a.m.– A Challenge of Faith	
		12:30 p.m.– Waterway Hour		10:30 a.m.– Miracles Still Happen	
		1:30 p.m.– Country Gospel Jubilee		11 a.m.– Deerfield Digest	
		2:30 p.m.– Know Your Government		11:30 a.m.– Bob Schuler	
		4:30 p.m.– House of Yisrael		Noon – Friendship Baptist Church	
		5:30 p.m.– Living Vine Presents		2 p.m.– Business Talk	
		6:30 p.m.– Family Dialogue		2:30 p.m.– ICRC Programming	
		7 p.m.– Goodwill Talks		3 p.m.– ICRC Programming	
		8 p.m.– Pastor Nadie Johnson		3:30 p.m.– Temple Fitness	
		9 p.m.– Delta Kings Barbershop Show		4 p.m.– Church of God	
		Midnight – Basement Flava 2		5 p.m.– Around Cincinnati	
		1 a.m.– Total Chaos Hour		5:30 p.m.– Countering the Silence	
		2 a.m.– Commissioned by Christ		6 p.m.– Community Report	
		3 a.m.– From the Heart		6:30 p.m.– ICRC Programming	
		3:30 a.m.– Words of Farrakhan		7 p.m.– Inside Springdale	
		4:30 a.m.– Skyward Bound		8 p.m.– ICRC Sports	

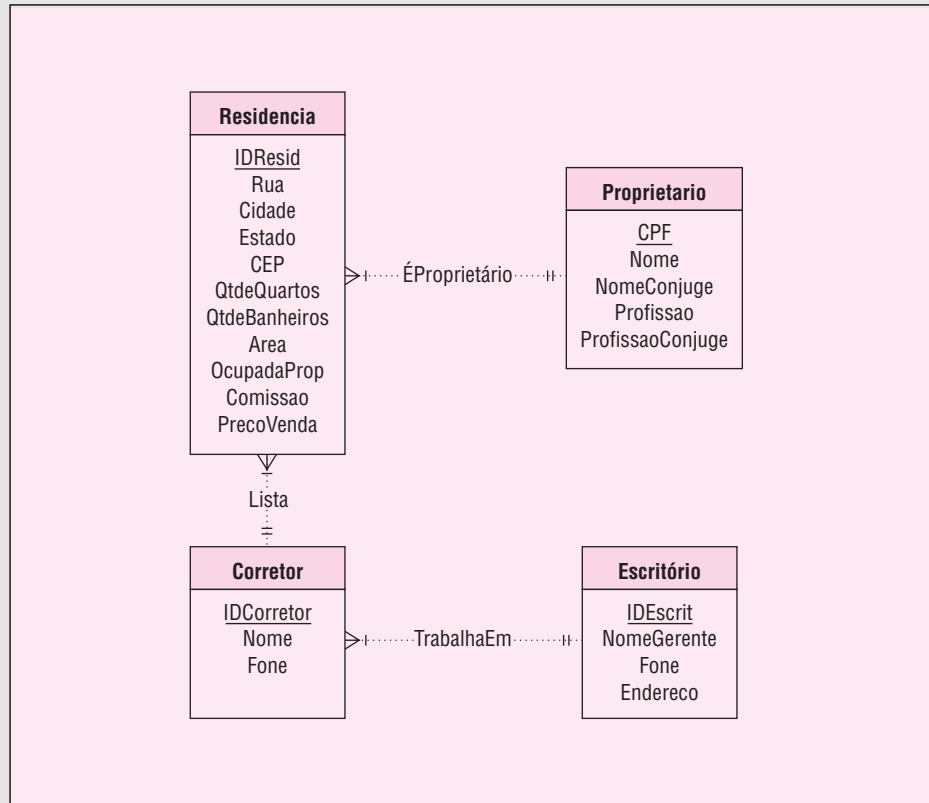
FIGURA 6.P10 Amostra de Conversão de Tabela

TABELA DE CONVERSÃO DE CANAIS DE TV A CABO						
atualização Time Warner padrão	Time Warner cabo pronto	Adelphia Insight	Fairfield, Adelphia Amelia	Time Warner Hamilton, Middletown	Adelphia Delhi	
5	5	6	7	5	5	6
9	9	7	8	9	9	10
12	12	13	3	12	12	13
19	3	3	4	3	13	2
25	20	20–	25	25	20	15
48	13	8	13	6	6	8
64	11	11	11	11	11	11
2	–	–	–	–	2	–
7	–	–	–	–	7	–
14	14	14	14	14	14	14
16	16	16	–	16	16	16
22	–	–	–	–	8	–
43	–	–	–	–	3	–
45	–	–	–	–	10	–
54	21	21	2	–	–	4
A&E	39	39	52	28	27	46
AMC	46	46	31	29	26	40

Problemas de Conversão

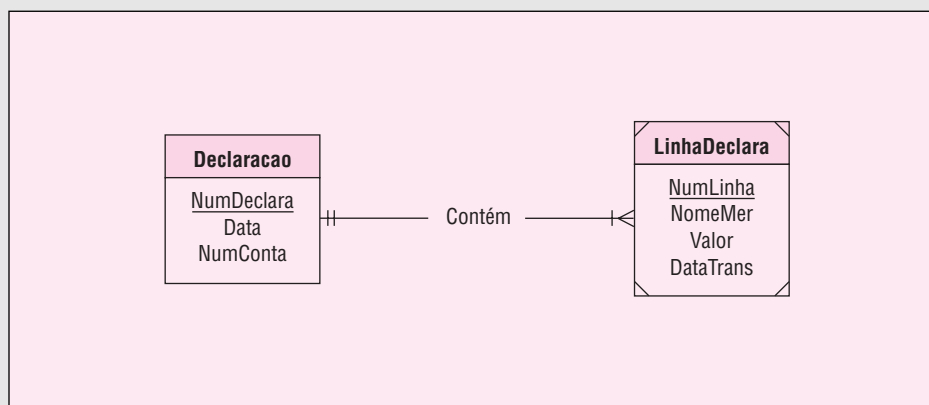
1. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP1 em tabelas. Faça uma lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP1
DER para o
Problema de
Conversão 1



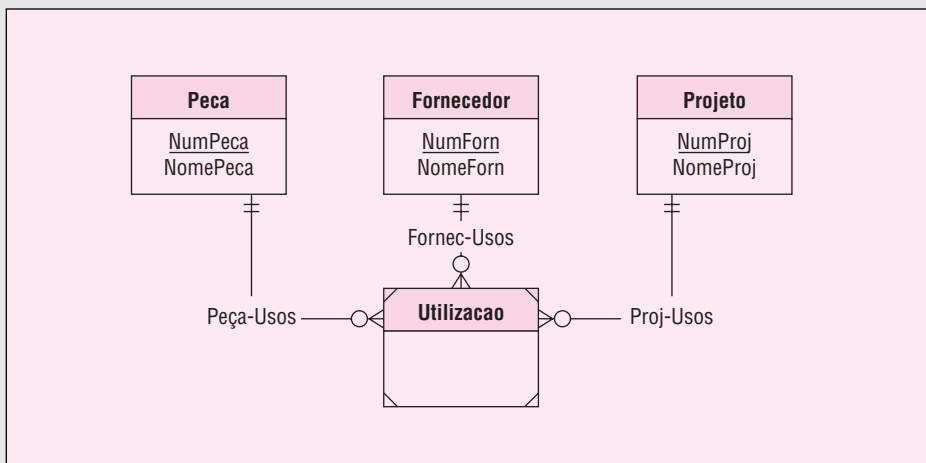
2. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP2 em tabelas. Faça uma lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP2
DER para o
Problema de
Conversão 2



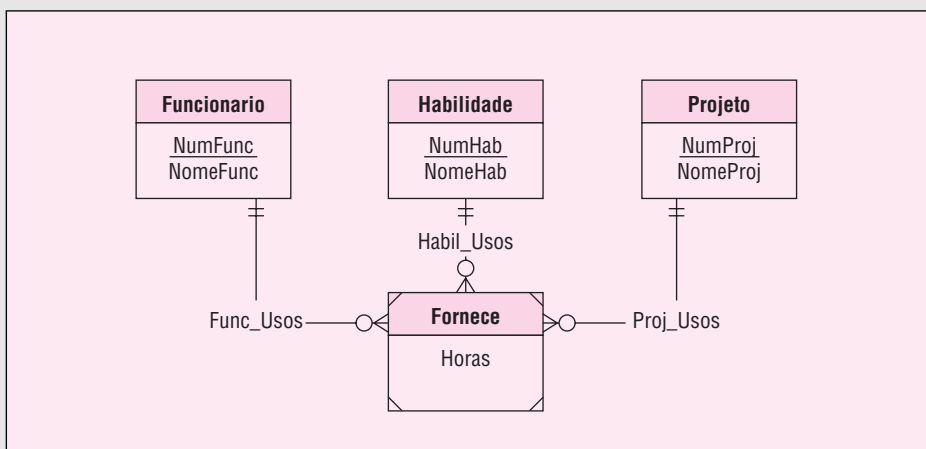
3. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP3 em tabelas. Faça uma lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP3
DER para o
Problema de
Conversão 3



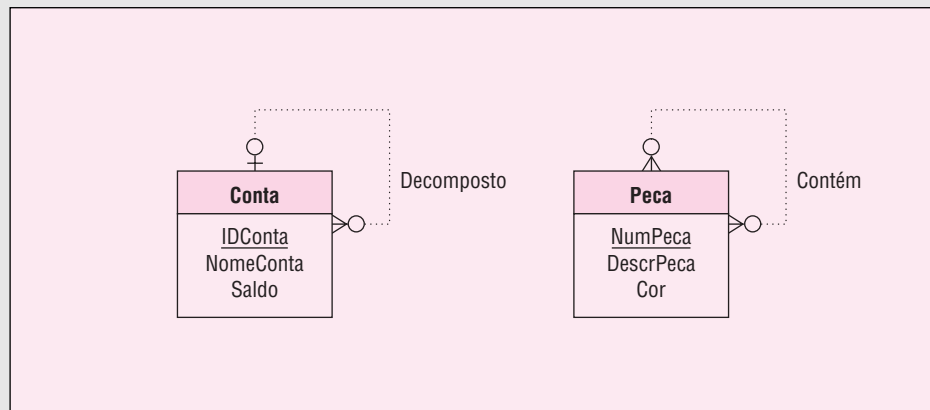
4. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP4 em tabelas. Liste as regras de conversão utilizadas e as alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP4
DER para o
Problema de
Conversão 4



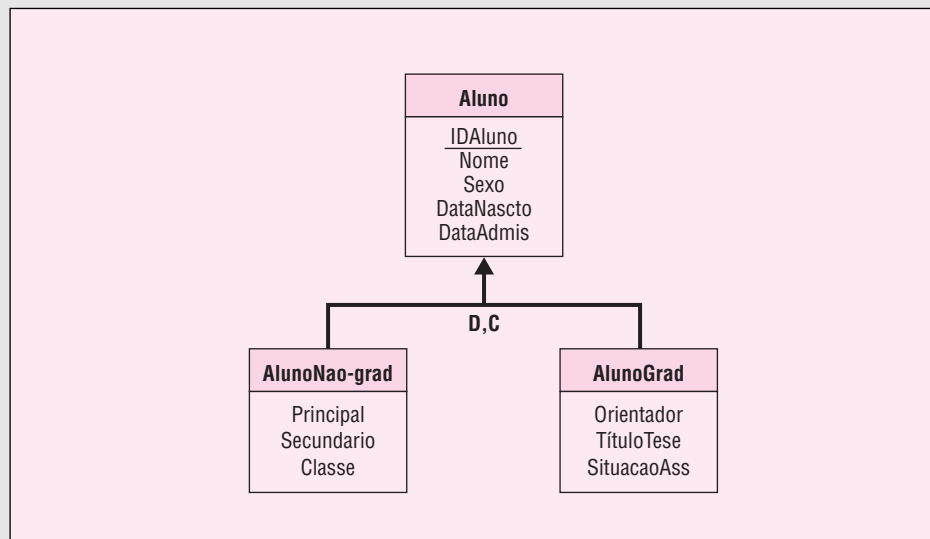
5. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP5 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP5
DER para o
Problema de
Conversão 5



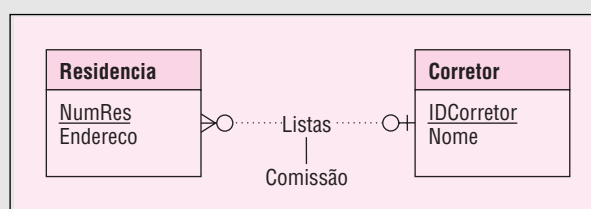
6. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP6 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP6
DER para o
Problema de
Conversão 6



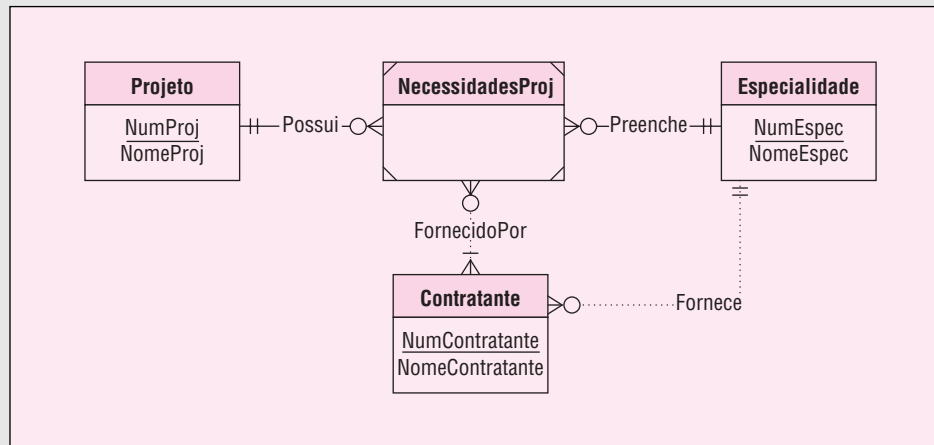
7. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP7 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP7
DER para o
Problema de
Conversão 7



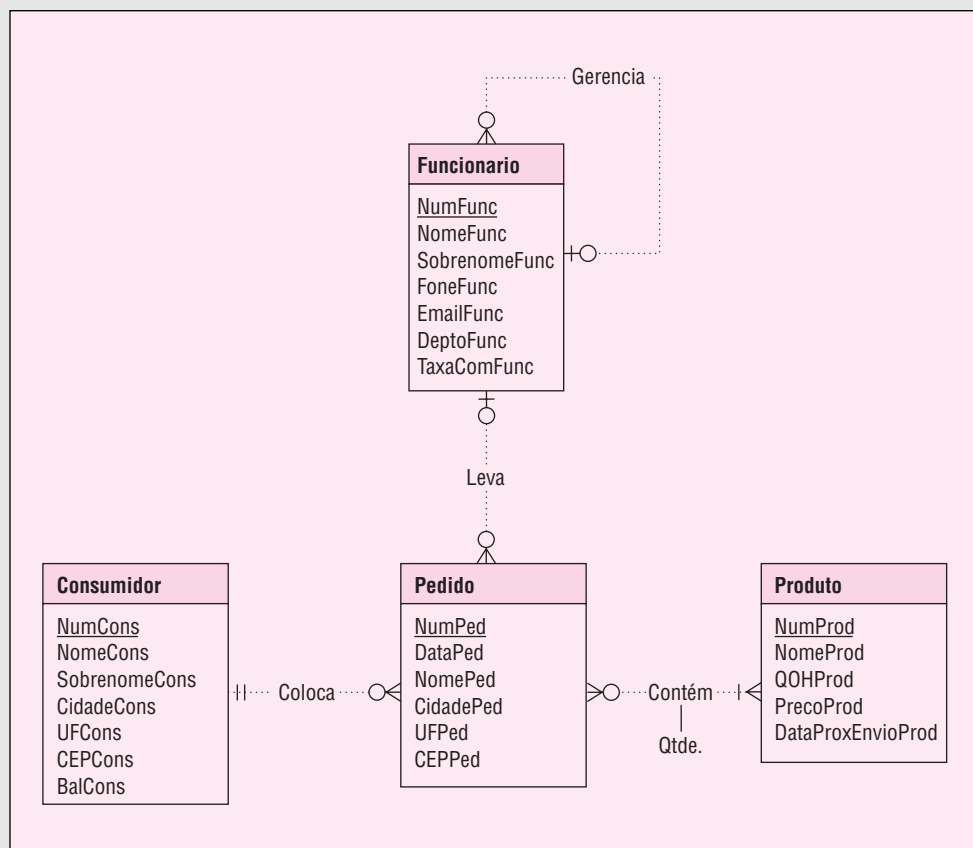
8. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP8 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP8
DER para o
Problema de
Conversão 8



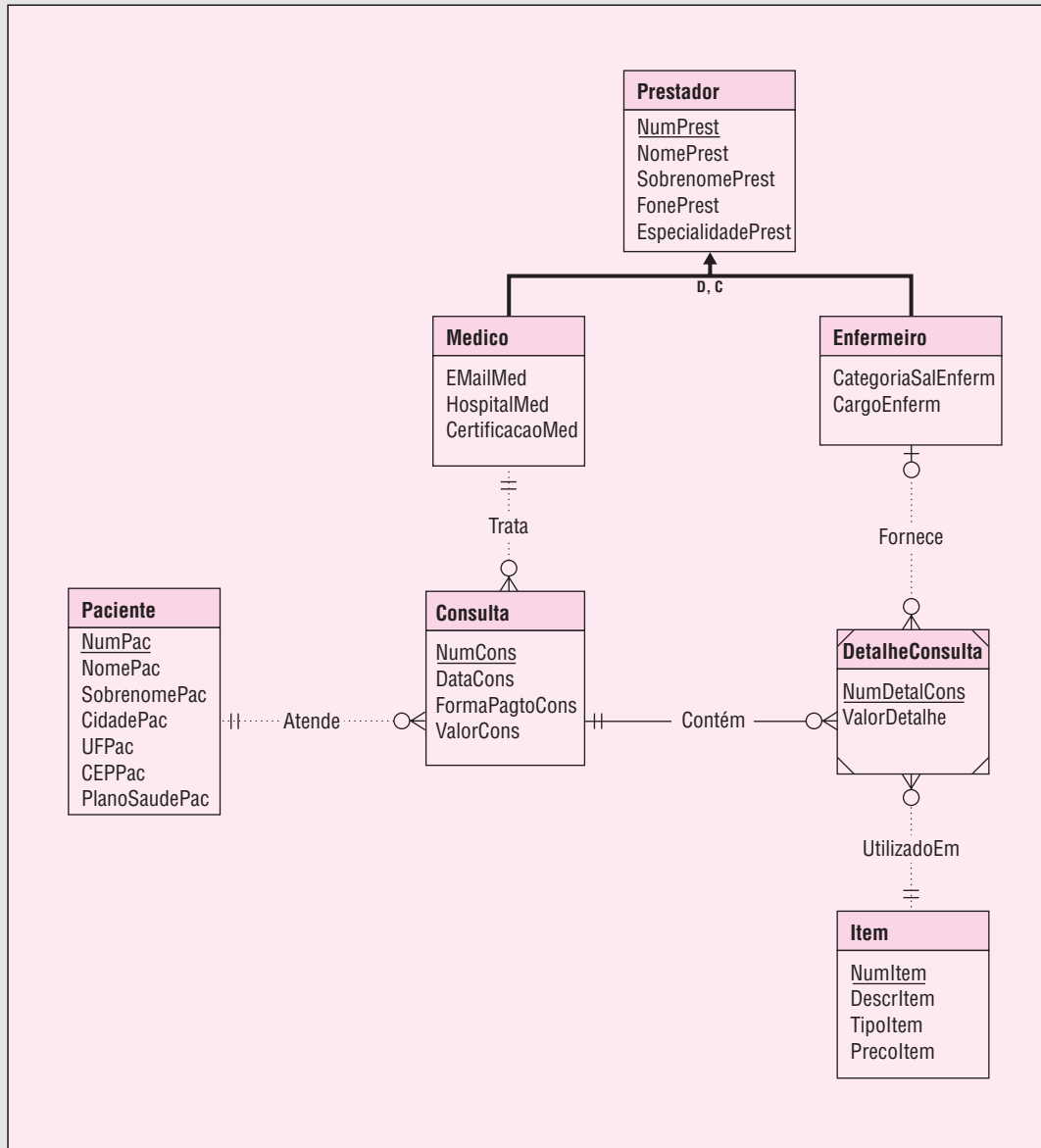
9. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP9 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP9
DER para o
Problema de
Conversão 9



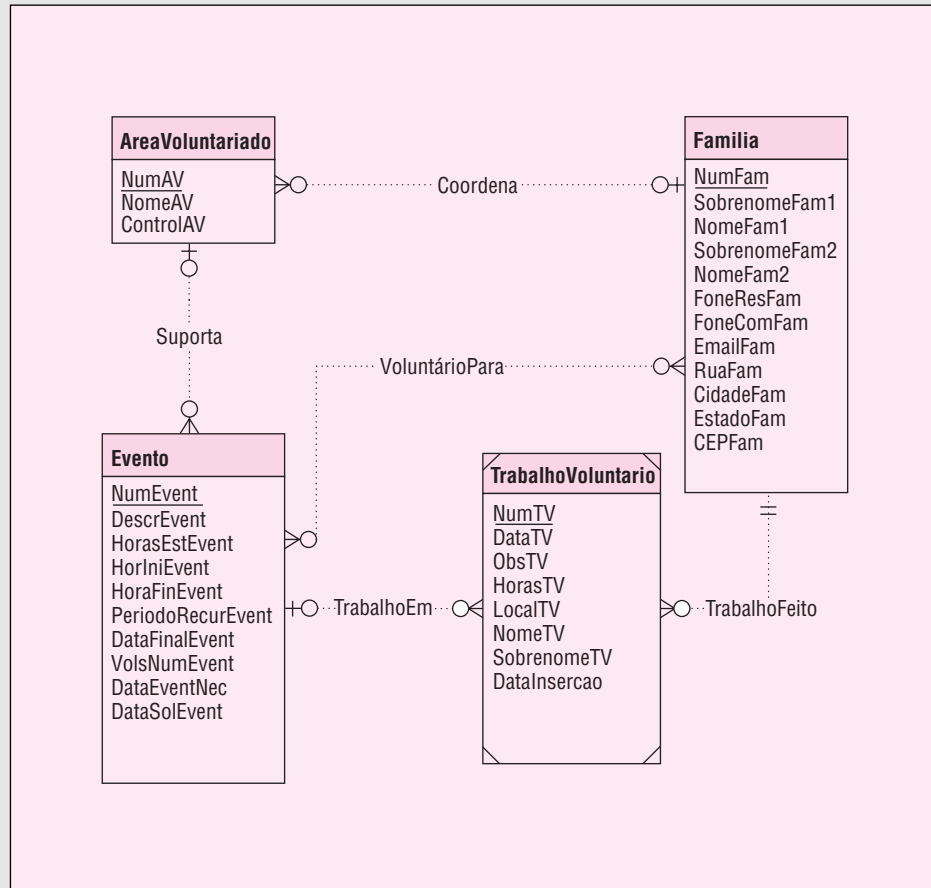
10. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP10 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP10 DER para o Problema de Conversão 10



11. Converta o DER mostrado na Figura 6.CP11 em tabelas. Faça a lista das regras de conversão utilizadas e das alterações resultantes nas tabelas.

FIGURA 6.CP11
DER para o
Problema de
Conversão 11



Referências para Estudos Adicionais

Capítulo 3 de Batini, Ceri e Navathe (1992) e Capítulo 10 de Nijssen e Halpin (1989) fornecem mais detalhes sobre transformações para o refinamento de um DER. Para obter mais detalhes sobre a conversão de hierarquias de generalização, consulte o Capítulo 11 de Batini, Ceri e Navathe. O site *DBAZine* (www.dbazine.com) e o *DevX Database Zone* (www.devx.com) possuem conselhos práticos sobre o desenvolvimento de bancos de dados e modelagem de dados.