

Modelagem de banco de dados relacional

Modelagem de dados para um sistema para controle de orçamentos



Moacir Solano Kichel
moacir.kichel@gmail.com

Atua no ramo de tecnologia da informação há mais de 19 anos, presta consultoria a empresas, é coordenador do núcleo de tecnologia da informação, professor da cadeira de Banco de Dados e pós-graduação da UnC – Universidade do Contestado - campus Concórdia/SC, possui graduação em gestão da tecnologia da informação, pós-graduação em administração da informação e mestrado em ciência da computação.

O objetivo deste artigo é demonstrar o processo de construção do modelo conceitual e lógico de um banco de dados relacional. Para isso, utiliza um estudo de caso hipotético, que consiste na criação de um sistema de controle de orçamentos. Este sistema permite a inclusão de um orçamento mensal, que é composto por contas de receita e despesa. Estas contas são definidas pelo usuário e classificadas em grupos e subgrupos que geram o plano de contas do sistema. Além do orçamento mensal, todos recebimentos e pagamentos são lançados diariamente e vinculados a conta cadastrada no plano de contas. Desta forma, têm-se a possibilidade de **análise do previsto através do orçamento mensal** e da **análise do que efetivamente foi realizado através dos lançamentos diários** nas contas.

Para a construção do modelo de dados, propõe a utilização de uma metodologia de desenvolvimento composta pelas etapas de: levantamento de dados, definição de entidades e associações, definição de atributos e

identificadores, criação do modelo conceitual, definição das cardinalidades e, por fim, a criação do modelo lógico de dados.

Modelo Conceitual

Um modelo conceitual descreve a estrutura do banco de dados sem preocupar-se com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) que será utilizado. Este modelo expressa que dados aparecerão em um BD, e não como estes estão armazenados. Normalmente ele é usado para se representar todo o conjunto de informações disponíveis em um BD a ser projetado.

Considerado como um padrão para a modelagem conceitual, o modelo Entidade-Relacionamento (comumente chamado de **modelo ER**) foi criado por Peter Chen em 1976 e ainda hoje serve como base para vários modelos, inclusive modelos orientado a objetos. O modelo ER percebe o mundo como sendo um conjunto de entidades e relações entre estas. Uma entidade, nada mais é do que a representação de algum fato ou componente de um sistema. Usualmente, suas propriedades são representadas graficamente através de um Diagrama Entidade-Relacionamento (DER), onde os **retângulos** representam as entidades e os **losangos** interligados por **linhas**, representam as associações. O relacionamento entre as entidades a partir destas associações caracteriza uma instância ou ocorrência de relacionamento. A identificação de uma instância de relacionamento entre as entidades é gerada a partir da utilização do **atributo identificador**.

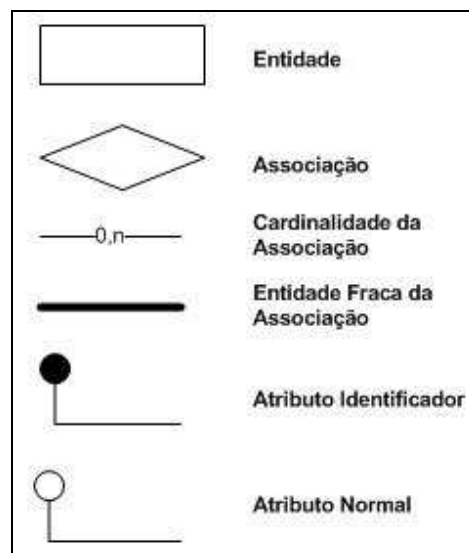


Figura 1. Símbolos Utilizados no DER

O número de ocorrências de determinada entidade que podem estar associadas a ocorrências de outra entidade, chama-se cardinalidade. Devemos considerar dois tipos de cardinalidade: a mínima e a máxima. Conforme

representado na figura 1, a cardinalidade mínima é "0" (zero) e a cardinalidade máxima é "n".

Após a definição das cardinalidades, temos como identificar se a entidade é forte ou fraca. Quando esta for fraca, a linha de ligação aparece em destaque (mais forte) conforme representado também na figura 1. Para melhor compreender o uso de cardinalidades e da definição de entidade forte ou fraca, vejamos o exemplo a seguir:

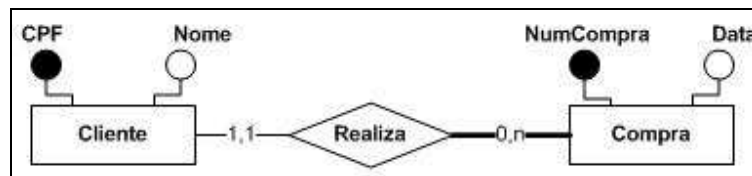


Figura 2. Exemplo de Diagrama ER

Como representado na figura 2, a cardinalidade mínima entre a entidade Cliente e a entidade Compra é "0" (zero) e a máxima "n". Pela cardinalidade mínima, pode-se afirmar que uma ocorrência de Cliente não obrigatoriamente precisa estar associada a uma ocorrência da entidade Compra. Pela cardinalidade máxima pode-se afirmar que várias ocorrências da entidade Cliente, podem estar relacionadas a entidade Compra. O "n" no caso, representa um número máximo, porém não conhecido de ocorrências que podem existir entre as entidades associadas.

Simplificando, pode-se dizer que cada Compra, possuirá no máximo um Cliente. Como a entidade Compra depende de obrigatoriamente de uma ocorrência na entidade Cliente, diz-se que a entidade Compra é a entidade fraca.

Ao desenvolvermos o DER, temos uma melhor visão das relações existentes entre as entidades e desta forma, facilita-se a construção do modelo lógico. Entretanto, para melhor compreendermos esta afirmação, vejamos a seguir algumas definições e características de qualquer modelo lógico de BD.

Modelo Lógico

O modelo lógico se preocupa em representar a estrutura data-lógica de um BD, ou seja, a estrutura dos dados e suas relações. Consiste em criar uma abstração da realidade do BD, enfatizando os objetos que dele pertencem, as relações entre estes objetos e os dados que serão armazenados.

Diferente do modelo conceitual que cria uma abstração da realidade voltada ao projeto do BD, o modelo lógico possui uma representação mais próxima da utilizada pelos SGBD e portanto, mais conhecida. Desta forma,

muitos desenvolvedores criam os modelos lógicos de dados diretamente nestes. Entretanto fixar-se apenas no SGBD, poderá limitar consideravelmente a percepção das relações e dados que deverão fazer parte do BD e por isso da importância do desenvolvimento do modelo conceitual, pois este último se fixa apenas no propósito do BD, sem considerar o SGBD que será utilizado.

As maiorias dos SGBD utilizam-se de arquiteturas de Banco de Dados Relacionais (BDR). Esta arquitetura é constituída por objetos chamados de **tabela** e suas **relações** com as demais em um mesmo BD, constituindo o modelo lógico chamado de **Modelo Relacional** (MR). Aqui percebe-se claramente a relação do modelo lógico com o modelo conceitual, pois as **entidades** nada mais são do que as possíveis tabelas de um MR e suas associações.

As tabelas, são compostas por **campos** que armazenam os dados destas tabelas. Ao conjunto dos dados, oriundos de todos os campos de uma tabela, dá-se o nome de **registro**. A **chave primária** é constituída de um ou mais campos que identificam uma única ocorrência de registro. Uma **chave estrangeira** é um campo originado da necessidade da relação entre as tabelas. A chave estrangeira é a chave primária da tabela origem de uma determinada relação.

Após a construção do modelo conceitual é feita a conversão para o MR. As entidades são convertidas em **tabelas**, os atributos em **campos** e os identificadores em **chaves-primárias**.

As chaves-estrangeiras são geradas a partir do identificador da entidade forte ao qual uma entidade fraca se relaciona. No caso do exemplo da figura 2, o identificador de Cliente (CPF) que seria chave-primária da tabela Cliente, quando da conversão para modelo lógico, seria repassada a tabela Compra como chave-estrangeira.

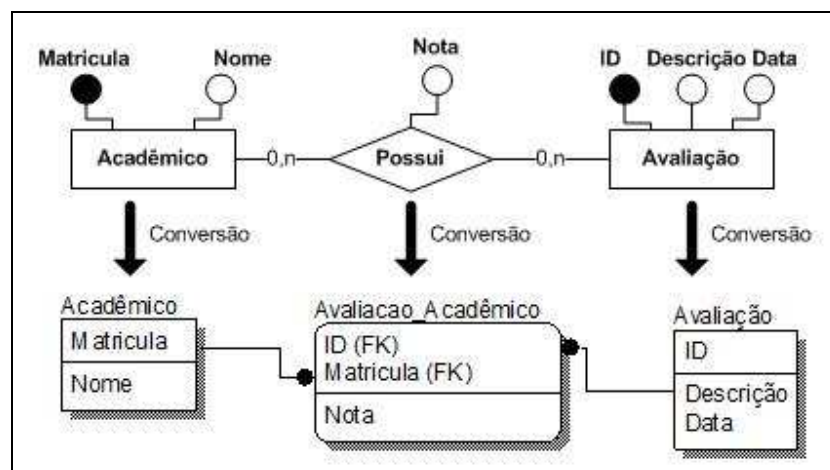


Figura 3. Conversão do Modelo Conceitual para o Lógico

Conforme representado na figura 3, o modelo conceitual 03 entidades: Acadêmico, Avaliação e uma entidade resultante do tipo de cardinalidade máxima encontrado em ambas entidades “n” para “n”. Neste tipo de relação

(n:n), temos o que chamamos de **entidade associativa**. Como não existe uma entidade forte, nesta relação ambas entidades irão ceder seus identificadores para a entidade associativa. Na conversão do modelo, a entidade associativa passa a ser uma tabela, contendo neste caso, uma chave primária composta por dois campos: "ID" originada da entidade Avaliação e "Matrícula", originada da entidade Acadêmico. Nesta representação de modelo lógico a parte superior da figura utilizada (retângulo) separa a chave primária dos demais campos. As letras "FK" significam *Foreign Key* - chave estrangeira -, sendo estas chaves primárias das outras entidades.

Enfim, a construção do modelo de dados do sistema de orçamentos que propõe este artigo, enfatiza a necessidade da criação do modelo conceitual para só então desenvolver o modelo lógico do sistema. Desta forma compreende que a construção do modelo lógico será beneficiada, visto que, o esforço de análise e definição da estrutura do BD propriamente dito será despendido durante a criação do modelo conceitual, sem preocupar-se com o SGBD. Entretanto, criar um modelo conceitual e convertê-lo em um modelo lógico ao contrário do que parece, não é uma tarefa simples. Para auxiliar neste processo é apresentada a seguir uma proposta de metodologia de desenvolvimento para esta prática.

Metodologia para o Desenvolvimento do Modelo de Dados para o Sistema de Orçamentos

A partir de agora iremos descrever as etapas para a construção de um modelo de dados para um sistema real. Nosso estudo de caso será um sistema de orçamento, que iremos conhecer melhor ao longo deste artigo.

Para o desenvolvimento de seu modelo lógico de dados, seguiremos uma metodologia composta por 07 etapas: levantamento de dados, definição de entidades, definição das associações, definição de atributos e identificadores, criação do modelo conceitual, a definição das cardinalidades e por fim a geração do modelo lógico.

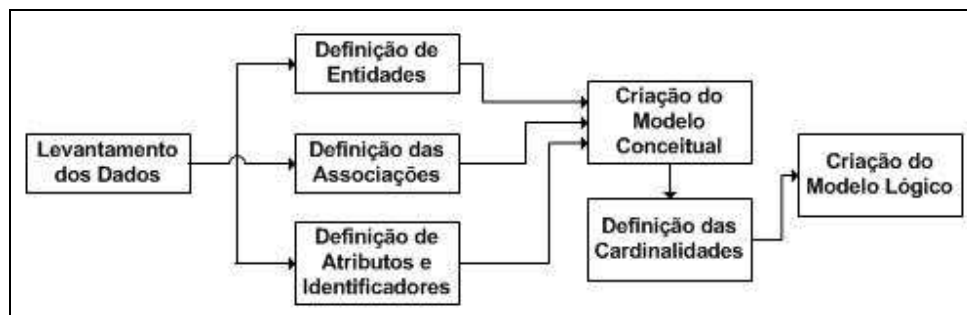


Figura 4. Etapas para construção do modelo lógico dos dados

A figura 4 demonstra as etapas que serão detalhadas a seguir. O levantamento de dados permitirá que sejam definidas as entidades, associações, atributos e identificadores, o que possibilitará a construção do modelo conceitual, que após a definição das cardinalidades, irá permitir a sua conversão em modelo lógico.

Etapas 1 – Levantamento dos Dados

O primeiro passo para construção de qualquer modelo conceitual é a realização do levantamento dos dados. Esta etapa consiste em descrever textualmente as características e necessidades do sistema. É como se o responsável por este levantamento escrevesse uma pequena história enfatizando os aspectos relacionados aos processos e necessidades de dados do sistema que pretende modelar. Além do texto, poderão ser adicionadas figuras, fluxogramas ou diagramas com a representação dos processos e dados, ou qualquer recurso que possa ilustrar o funcionamento do sistema, o que é uma prática muito comum em qualquer processo de análise de sistema. A descrição textual poderá ser armazenada e usada como documento do sistema, servindo inclusive como registro de autoria. Esta prática não é muito comum entre os desenvolvedores que usam Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), visto que estes tendem a fazer este processo diretamente no SGBD criando diretamente o modelo lógico. Entretanto, uma análise limitada dos requisitos de dados do sistema, poderá produzir a médio e longo prazo prejuízos a continuidade ou evolução do BD.

Na modelagem dos dados para o sistema de orçamentos iremos de considerar o seguinte cenário:

Cenário 1: O Sr. X, desenvolve mensalmente uma planilha com a previsão de suas contas de despesa e receita no intuito de melhor organizar sua gestão orçamentária. Para melhor compreender a necessidade do Sr. X, analisemos a figura a seguir:

	A	B	C	D	E
1	Mês/Ano	set/08		out/08	
2		Previsto	Realizado	Previsto	Realizado
3	Receitas				
4	Salários	1.000,00	1.000,00	1.000,00	-
5	Outros Recebimentos	500,00	=200+200	500,00	-
6	Total Receitas	1.500,00	1.400,00	1.500,00	-
7	Despesas Fixas				
8	Aluguel	200,00	200,00	200,00	
9	Telefone	100,00	100,00	100,00	
10	Água	20,00	20,00	20,00	
11	Total Despesas Fixas	320,00	320,00	320,00	-
12	Despesas Variáveis				
13	Supermercado	340,00	340,00	340,00	
14	Lazer	200,00	200,00	200,00	
15	Total Despesas Variáveis	540,00	540,00	540,00	-
16	Saldo (Receita - Despesa)	640,00	540,00		

Figura 5. Planilha de Orçamento Mensal

- Conforme a figura 5, podemos constatar as seguintes características presentes na planilha:

1. Possui contas de Receitas e Despesas. Estas últimas são subdivididas em despesas fixas e variáveis. As Receitas consistem em todos os valores que podem recebidos pelo Sr. X. As despesas fixas, são aquelas que irão acontecer todo mês e com valor pré-determinado. As despesas variáveis não têm um valor fixo e os valores podem oscilar de um mês para outro;
2. Apresenta duas colunas todo mês, uma de valor Previsto e outra de Realizado. O valor previsto consiste no orçamento atribuído ou previsão de valor para a conta. Já o Realizado, consiste no valor que efetivamente foi lançado (gasto ou recebido) em determinada conta;
3. Os valores previstos e realizados são separados por mês. O valor previsto é lançado uma única vez no mês para cada conta orçada. Já o valor realizado pode receber mais de um lançamento. Na figura 5 este fato é representado na conta de receita: Outros recebimentos;
4. A linha Saldo nada mais é do que um cálculo do que foi recebido (Receita) subtraindo o que foi pago (Despesa).
5. Cada grupo de contas de Despesa e Receita receberá um subtotal.

Apesar de não estar explicito na planilha, é importante considerar ainda o que segue:

6. Em todo mês poderão surgir novas contas, devendo portanto prever a possibilidade de inserção destas novas contas;
7. Eventualmente contas não orçadas irão acontecer ou seja, poderão receber lançamentos mesmo sem previsão.
8. Da mesma que o anterior, contas orçadas podem também não receber lançamentos em determinado mês;

9. Mesmo que as contas de Receita não apresentem divisões, não significa que estas não os terão futuramente.

Apresentadas as informações pertinentes ao sistema que se propõe desenvolver, segue-se para a próxima etapa que consiste na definição das entidades aplicadas ao modelo.

Etapa 2 – Definição das Entidades

O segundo passo para criação do modelo conceitual é a definição das entidades, que é dependente da etapa levantamento de dados. Esse passo consiste basicamente em identificar os recipientes de dados, ou seja, as tabelas que irão compor nosso modelo.

Analisando o levantamento de dados realizado, podemos perceber que:

- Existe um grupo de contas principal que são as contas de Receitas e Despesas. Estas contas é que irão permitir a separação dos saldos referentes ao que o Sr. X tem a receber e a pagar. Torna-se necessário portanto, criar uma separação lógica destes grupos de contas. A esta separação daremos o nome de **Grupo**;
- A subdivisão de contas é ressaltada na contas de despesas, que é subdividida em Fixas e Variáveis. Da mesma forma e conforme citado, estas subdivisões poderão acontecer também em contas de receita. Para possibilitarmos esta subdivisão, iremos criar uma entidade chamada **Subgrupo**;
- Os valores que serão lançados no sistema, dividem-se em previstos e realizados. O valor previsto é lançado uma única vez no mês, já o valor realizado pode receber vários lançados no decorrer deste. Desta forma, torna-se necessário separar o valor previsto que será tratado como uma entidade chamada **Orçamento** e o valor realizado, cuja entidade irá chamar-se **Realizado**;
- Os valores precisam estar alocados em contas que deverão estar vinculadas aos respectivos grupos e subgrupos de origem (despesa e receita. Os lançamentos oriundos dos valores previstos ou realizados, não podem ser armazenados no grupo ou subgrupo, em virtude da necessidade de detalhamento. Para possibilitar este controle é necessário criar uma entidade chamada **Contas** que irá receber o cadastro das possíveis contas usadas para os lançamentos previstos ou realizados. O plano de contas do Sr. X será a representação (relatório) das contas vinculadas, cada qual vinculada respectivo subgrupo e grupo de origem, não sendo portanto necessário a criação de uma entidade para tal fim.

É necessário enfatizar que a construção de entidades, leva em consideração a necessidade do armazenamento de dados. A consolidação de informações numéricas (totais e subtotais), não motiva a criação de entidades.

Entretanto, durante o desenvolvimento da interface do sistema ou em nível de aplicação, poderão ser criadas entidades não associadas ao modelo, com o intuito de obter-se uma melhor performance no banco de dados. Estes aspectos não serão tratados neste artigo.

Vejamos um resumo portanto, das entidades encontradas:

- **GRUPO:** cadastro dos grupos de Receita e Despesa;
- **SUBGRUPO:** onde serão criadas as divisões lógicas dos Grupos.
- **CONTAS:** é onde serão vinculados os valores de lançamento orçados e realizados. É vinculada ao Subgrupo. O plano de contas é a representação das contas separadas nos respectivos subgrupos e grupos;
- **ORÇAMENTO:** com base no período (Mês/Ano), permite a previsão de valores (D ou C) para cada Conta cadastrada.
- **REALIZADO:** com base no cadastro das Contas, gera o movimento ou histórico dos lançamentos na data (Dia/Mês/Ano) em que ocorrem.

Podemos perceber que as entidades resultantes são oriundas das principais características apresentadas. As subdivisões ou características específicas tratadas no levantamento de dados devem ser absorvidas pelas entidades. Para isso, não existe uma fórmula mágica a não ser a leitura, releitura, análise e interpretação do que foi observado durante o levantamento dos dados. Quanto maior for o detalhamento encontrado, mas fácil será a conclusão desta etapa. Desta forma, qualquer recurso gráfico ou detalhamento textual é sempre bem vindo.

Etapa 3 – Definição das Associações

A etapa de Definição das Associações consiste em fazer uma análise das possíveis associações existentes entre as entidades elencadas na etapa anterior. Ela deve ser realizada combinando uma entidade com as demais – cada entidade verifica a possibilidade de associação direta com as demais. É a etapa mais crítica, pois além das entidades encontradas na etapa 2, é a que mais exige uma análise ampla do contexto do problema apresentado na etapa de levantamento dos dados.

Para verificar as associações é utilizada uma combinação das entidades entre si, não importando a ordem de verificação, ou seja, **Entidade A** combinada com **Entidade B**, é o mesmo que **Entidade B** combinada com a **Entidade A**.

A associação só será gerada, se a relação entre as entidades for **DIRETA**. Para verificar se existe uma relação direta, ao combinarmos duas entidades,

verificamos se estas de alguma maneira, dependem dos atributos da outra para representar as suas informações.

Exemplo: imaginemos que um sistema que contenha as seguintes entidades:

- Produto: cadastro de produtos de um determinado comércio;
- Cliente: cadastro dos clientes do respectivo comércio.
- Venda: dados referentes a uma determinada venda realizada no comércio;

1) Visto que são três entidades, serão possíveis as seguintes combinações:

- Produto e Cliente;
- Produto e Venda;
- Venda e Cliente;

2) Fazemos as perguntas:

1ª: Produto tem relação direta com cliente?

2ª: Produto tem relação direta com Venda?

3ª: Venda tem relação direta com Cliente?

3) Analisando as respostas:

- Se levarmos em conta o nosso cotidiano, a 1ª pergunta será respondida inicialmente como **SIM**. Entretanto, ao pensarmos em banco de dados, devemos nos lembrar que as entidades representam dados de fatos relacionados ao sistema. O fato que gera a relação da entidade Produto com a entidade Cliente é a Venda. Sem uma Venda, não existe como vincular a entidade Produto a entidade Cliente. Desta forma existe uma relação indireta entre ambos, sendo a resposta **NÃO**;
- A entidade Produto tem **SIM** relação direta com a entidade Venda, pois sem este, não é possível compor os atributos de apresentação, quantidades e custos da venda;
- Com base na resposta da 1ª, a Venda tem **SIM** uma relação direta com Cliente, pois sem este a Venda não teria condições de ser concretizada. O atributo da entidade Cliente, também irá compor a entidade Venda.

Considerando o sistema de orçamentos, as entidades elencadas na etapa anterior e o levantamento de dados, verificamos na **Tabela 1** as associações entre as entidades identificadas na etapa 2.

Entidade 1	Entidade 2	Associa?	Justificativa
Grupo	Subgrupo	Sim	Relação Direta pois o Grupo utiliza-se do Subgrupo para criar as subdivisões de seu

			conteúdo
Grupo	Contas	Não	Relação indireta, não existe uma relação direta com Contas, pelo fato de Subgrupo ser a subdivisão utilizada por grupo. Se criarmos uma relação direta entre Grupos e Contas, o Subgrupo perderá seu sentido.
Grupo	Orçamento	Não	A relação é indireta, pelo fato de que o Orçamento é gerado a partir das Contas que não é vinculado diretamente com Grupo.
Grupo	Realizado	Não	A relação é indireta, pelo fato de que o Orçamento é gerado a partir das Contas que não é vinculado diretamente com Grupo.
Subgrupo	Contas	Sim	A relação é direta pelo fato de Contas ser o detalhamento de Subgrupo.
Subgrupo	Orçamento	Não	A relação é indireta pelo fato de Subgrupo estar vinculada diretamente com a entidade Contas. O Orçamento mensal por sua vez, utiliza-se da relação com Contas para ser gerado.
Subgrupo	Realizado	Não	A relação é indireta pelo fato de Subgrupo estar vinculada diretamente com a entidade Contas. O Realizado por sua vez, utiliza-se da relação com Contas para ser gerado.
Contas	Orçamento	Sim	A relação é Direta pelo fato de Orçamento ser gerado a partir de Contas, tendo necessidade de vínculo entre seus atributos.
Contas	Realizado	Sim	A relação é Direta pelo fato de Realizado ser gerado a partir de Contas, tendo necessidade de vínculo entre seus atributos.
Orçamento	Realizado	Não	A relação é indireta pelo fato

			destes serem gerados a partir de Contas. Se definíssemos que o Realizado fosse originado a partir do Orçamento, ou seja, com Relação Direta, todos os lançamentos gerados no Previsto, teriam de ter um lançamento de origem na entidade Orçamento.
--	--	--	---

Tabela 1. Associações das Entidades do Sistema de Orçamentos

Percebe-se nesta etapa a importância e necessidade de utilizar-se das informações das etapas anteriores para a geração das associações. Na etapa a seguir, iremos definir os atributos e identificadores das entidades.

Etapa 4 – Definição de Atributos e Identificadores

É aqui que devemos definir as propriedades das entidades do modelo conceitual. Nesse momento, devemos definir os atributos de cada entidade e o identificador que será responsável pelo vínculo do relacionamento gerado pela associação. Os atributos identificadores aparecem em destaque na representação das entidades. Um atributo nada mais é do que uma característica ou propriedade pertinente a entidade que necessita ser armazenado. O número de atributos pode ser elevado quando da necessidade de representar as mais diversas características das entidades. No caso do sistema de orçamentos, não encontramos esta situação.

Uma dica importante é que os atributos das entidades devem ser analisados em separado, preocupando-se com uma única entidade cada vez. Vejamos os atributos encontrados nas entidades do sistema de orçamentos:

- GRUPO (**IDGrupo**, DescGrupo)
- SUBGRUPO (**IDSub**, DescSub)
- CONTAS (**IDConta**, DescConta, Tipo)
- ORÇAMENTO (**Mês_Ano**, Valor)
- REALIZADO (**IDRealizado**, Data, Valor, Observação)

Nesta etapa, a análise dos atributos e identificadores deverá ser realizada individualmente, contemplando o nível de detalhamento exigido por cada entidade. É importante ressaltar que os atributos que serão apresentados devem ser somente os da entidade analisada. Os atributos de relação serão subentendidos na apresentação do modelo conceitual e apresentados somente no modelo lógico que será gerado posteriormente.

Perceba que a entidade CONTAS possui um atributo chamado **Tipo**. Este atributo permite que através da conta seja vinculada a definição “D” ou “C” automaticamente ao registro. Desta forma, não há a necessidade de informar o tipo quando da geração do lançamento, o que de certa forma agiliza o processo de lançamento.

Pode-se considerar esta uma das etapas mais simples do desenvolvimento do modelo. Entretanto, como dito anteriormente é preciso analisar individualmente as entidades para encontrar o grau de detalhamento suficiente para armazenar as informações da entidade. Tendo cumprido a etapa 4, teremos todas as informações necessárias para desenvolver o modelo conceitual, como será visto na etapa a seguir.

Etapa 5 – Criação do Modelo Conceitual

Com base no levantamento, nós geramos até o momento o descritivo das entidades, das associações e dos atributos/identificadores. A partir de agora já podemos pensar na representação dessas informações a partir de um modelo conceitual. Para isso, utilizaremos um DER que nos permite uma visão gráfica das entidades e suas relações.

Para criação do modelo Conceitual, são usadas as entidades elencadas na Etapa 2 considerando as Associações da Etapa 3 e os atributos e identificadores da Etapa 4. O modelo descrito na **Figura 2** é apresentado juntamente com as cardinalidades, que serão alvo de análise na próxima etapa.

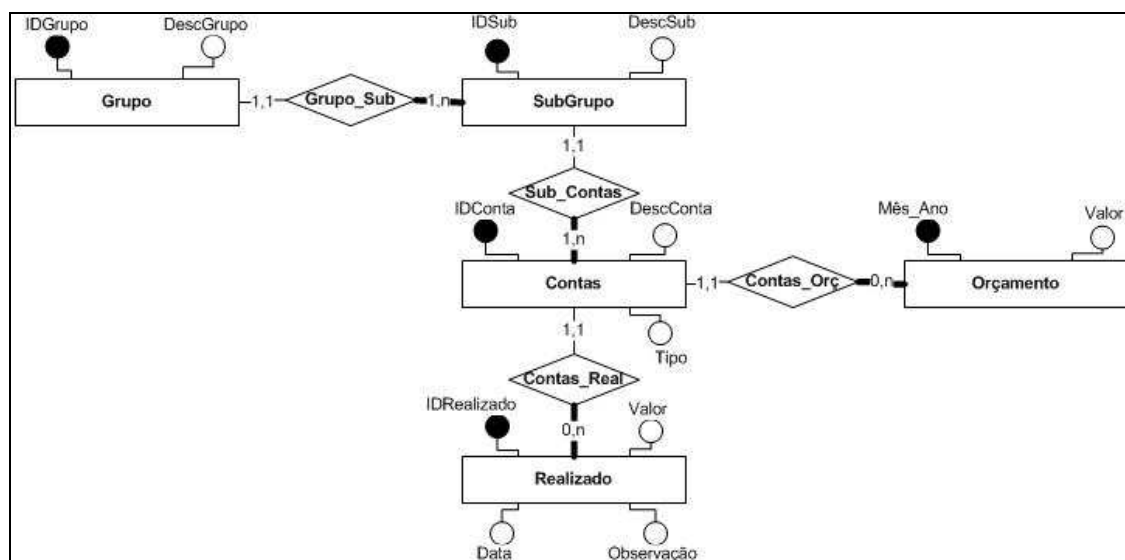


Figura 6. Modelo Conceitual do Sistema de Orçamentos

A entidade Grupo está associada a entidade Subgrupo, que representam as divisões e subdivisões possíveis no sistema de orçamentos. A entidade Subgrupo é a entidade fraca da relação – conforme representa a linha mais forte -

por depender do identificador de Grupo quando da geração de qualquer ocorrência de registro.

A entidade Subgrupo está vinculada a entidade Contas, que consiste no detalhamento das contas que serão usadas no controle do sistema de orçamentos. Neste caso, a entidade fraca é Contas, que receberá o identificador de Subgrupo em qualquer ocorrência de registro.

A entidade Contas está vinculada a entidade Orçamento e a entidade Realizado. A entidade Orçamento e a entidade Realizado, serão as entidades fracas da relação e receberão portanto, o identificador de Contas em cada ocorrência de registro. A entidade Orçamento, será utilizada para armazenar uma previsão de gasto mensal de cada conta. Já a entidade Realizado irá armazenar um ou mais lançamentos, que possibilitarão informar o que efetivamente foi movimento em cada conta.

As cardinalidades mínimas e máximas não foram suprimidas do modelo conceitual, pois este foi apresentado completo na figura 6, pelo fato, desta pertencer a etapa posterior, conforme veremos a seguir.

Etapla 6 – Definindo as Cardinalidades

Para gerar a cardinalidade, devemos fazer a seguinte pergunta: quantas ocorrências no mínimo e no máximo poderão existir entre a entidade A e entidade B em uma associação? A representação da cardinalidade encontrada é repassada então para o lado em que se encontra a entidade B.

Quantas ocorrências de registros podem existir, entre:	Qual a cardinalidade Mínima e qual a Máxima	Considerações
Grupo e Subgrupo	Mínima: 1 Máxima: n	Uma ocorrência de registro de Grupo deve obrigatoriamente ter no mínimo uma ocorrência em Subgrupo e no máximo quantas necessitar (n ocorrências). Desta forma sempre que uma ocorrência de Grupo for gerada, uma de Subgrupo precisará também ser criada e vinculada. Já a máxima indica que podem ser criados quantos Subgrupos forem necessários para um determinado Grupo.
Subgrupo e Grupo	Mínima: 1 Máxima: 1	Uma ocorrência de Subgrupo poderá estar vinculada a no mínimo e no máximo a uma ocorrência de Grupo. Isto significa dizer que a relação de subgrupo

		com Grupo é obrigatória (cardinalidade mínima: 1), sendo que cada subgrupo poderá ter no máximo um grupo vinculado. Subgrupo neste caso, é a entidade fraca da relação, pois depende necessariamente do identificador de Grupo em todos as ocorrências de registro geradas. Desta forma, uma ocorrência de Subgrupo ou um subgrupo, não estará vinculada a mais de um Grupo.
Subgrupo e Contas	Mínima: 1 Máxima: n	Indica que para um Subgrupo existir ele precisa ter obrigatoriamente uma ocorrência de registro na tabela Contas relacionada (cardinalidade mínima: 1) e no máximo a quantas ocorrências de Contas que precisar (cardinalidade máxima: n).
Contas e Subgrupo	Mínima: 1 Máxima: 1	Indica que cada ocorrência de conta, deverá estar vinculada obrigatoriamente a no mínimo uma ocorrência de Subgrupo. É a entidade fraca da relação. Nenhum registro de Conta poderá ser gerado sem estar vinculado a Subgrupo (cardinalidade mínima: 1) e no máximo a uma ocorrência de Subgrupo (cardinalidade máxima: 1). Desta forma, uma ocorrência de contas ou uma conta, não estará vinculada a mais de um Subgrupo.
Contas e Orçamento	Mínima: 0 Máxima: n	Indica uma relação opcional entre Contas e Orçamento (cardinalidade mínima: 0), onde não obrigatoriamente uma conta cadastrada precisa ter ocorrências relacionadas na entidade orçamento. Outrossim, poderá ter várias ocorrências de registros relacionadas (cardinalidade máxima: n). A relação opcional foi usada neste caso, para flexibilizar o lançamento ou não de orçamento, caso alguma conta não prevista durante o mês de competência for gerada.
Orçamento e Contas	Mínima: 1	Indica uma relação obrigatória entre

	Máxima: 1	Orçamento e Contas (cardinalidade mínima: 1), onde obrigatoriamente uma ocorrência de registro de orçamento cadastrada, precisa ter uma ocorrência relacionada na entidade Contas. Cada orçamento, sendo vinculado a apenas uma conta no máximo (cardinalidade máxima: 1). É a entidade fraca da relação por depender do identificador de Contas, para gerar suas ocorrências de registros.
Contas e Realizado	Mínima: 0 Máxima: n	Indica uma relação opcional entre Contas e Realizado (cardinalidade mínima: 0), onde não obrigatoriamente uma conta cadastrada precisa ter ocorrências relacionadas na entidade Realizado. Outrossim, poderá ter várias ocorrências de registros relacionadas (cardinalidade máxima: n) ou no caso, vários lançados de realização da conta. A relação opcional foi usada neste caso, para flexibilizar o lançamento ou não de um valor pago ou recebido (Realizado), caso alguma conta não tenha movimentação durante o mês de competência da análise.
Realizado e Contas	Mínima: 1 Máxima: 1	Indica uma relação obrigatória entre Realizado e Contas (cardinalidade mínima: 1), onde obrigatoriamente uma ocorrência de registro de Realizado cadastrada, precisa ter uma ocorrência relacionada na entidade Contas. Cada registro do Realizado, estará sendo vinculado a apenas uma conta no máximo (cardinalidade máxima: 1). É a entidade fraca da relação por depender do identificador de Contas, para gerar suas ocorrências de registros.

Tabela 2. Cardinalidades das Entidades do Sistema de Orçamentos

Uma dica interessante para definir as cardinalidades é identificar quais são as entidades de cadastro e movimento. As entidades de cadastro, servem para padronizar a entrada de registros e definir o nível de detalhamento que vai ser usado. As entidades de movimento, armazenam os fatos que ocorrem no

sistema, vinculando estes as entidades de cadastro. A entidade de cadastro é a entidade forte de qualquer relação. No sistema de orçamentos, as entidades de cadastro seriam: Grupos, Subgrupos e Contas e que normalmente exigem das entidades de e as de movimento as entidades Orçamento e Realizado.

Neste sentido, percebe-se na tabela 2, que sempre que temos uma relação entre entidade de movimento com uma de cadastro a cardinalidade mínima e máxima será 1. Como exemplo, podemos citar a relação Orçamento e Contas e Realizado e Contas.

Quando a verificação é feita entre as entidades de cadastro, deve-se perceber a hierarquia de representação, ou qual entidade de cadastro depende da outra. No caso a relação Subgrupo e Grupo, a entidade Subgrupo depende de Grupo para ser gerada e desta forma, recebe a cardinalidade mínima e máxima como sendo 1. O mesmo acontece da relação Contas e Subgrupo, onde a Conta depende de um Subgrupo para existir.

Identificadas as cardinalidades, o modelo conceitual está pronto para gerar o modelo lógico. Na etapa 7 a seguir, faremos as considerações sobre o processo de conversão ou criação do modelo lógico de dados.

Etapa 7 – Criação do Modelo Lógico de Dados

Também conhecido como estrutura **data-lógica**, o modelo lógico de dados, neste caso relacional, nos permite visualizar a estrutura das tabelas, campos e associações existentes. O processo de conversão de um modelo conceitual para lógico se dá através dos seguintes passos:

- **Tabelas:** São oriundas das entidades geradas pelo modelo conceitual. Podem também serem definidas após a verificação da existência de **entidades associativas**, que podem ser encontradas no modelo conceitual identificadas pela relação N:N. No exemplo tratado, não existem ocorrências deste tipo.
- **Campos:** transcrição dos campos apresentados pelas entidades no modelo conceitual, sendo o identificador da tabela caracterizado como **chave-primária**.
- **Associações:** verificando a entidade fraca através do modelo conceitual, pode-se gerar a associação entre as entidades a partir do identificador da entidade forte. Desta forma, no modelo lógico o identificador da entidade forte passa a ser uma **chave-estrangeira** do modelo relacional.

Desta forma, foram geradas as seguintes tabelas e atributos:

Entidade e Atributos	Tabela e campos
Grupo <ul style="list-style-type: none">- IDGrupo (identificador)- DescGrupo	Grupo <ul style="list-style-type: none">- IDGrupo (chave primária)- DescGrupo

Subgrupo <ul style="list-style-type: none"> - IDSub (identificador) - DescSub 	Subgrupo <ul style="list-style-type: none"> - IDSub (chave primária) - DescSub - IDGrupo (chave Estrangeira)
Contas <ul style="list-style-type: none"> - IDConta (identificador) - DescConta 	Contas <ul style="list-style-type: none"> - IDConta (chave primária) - DescConta - IDSub (chave estrangeira)
Orçamento <ul style="list-style-type: none"> - Mês_ano (identificador) - Valor 	Orçamento <ul style="list-style-type: none"> - Mês_ano (chave primária) - Valor - IDConta (chave primária e estrangeira)
Realizado <ul style="list-style-type: none"> - IDRealizado (identificador) - Data - Valor - Observação 	Realizado <ul style="list-style-type: none"> - IDRealizado (chave primária) - Data - Valor - Observação - IDConta (chave estrangeira)

Tabela 3. Conversão das Entidades do Modelo conceitual para Tabelas

Assim sendo, será possível a criação do modelo lógico. Percebe-se que no processo de conversão, os atributos antes omitidos pelas associações, são representados na tabela.

No caso da entidade Orçamento, convém identificar o atributo IDConta da entidade Contas, também como chave primária no modelo lógico, no intuito de não permitir o cadastro em duplicidade. Ao tentar inserir o Orçamento de uma mesma Conta no mês o próprio SGBD fará o bloqueio de gravação deste registro.

Já no realizado o ID Conta da entidade Contas é apenas chave estrangeira, tendo como base o mencionado no levantamento de dados quanto a possibilidade de uma determinada Conta, possuir vários lançamentos ou valores em um mesmo mês. Vejamos na **Figura 7** como o modelo lógico ficará representado.

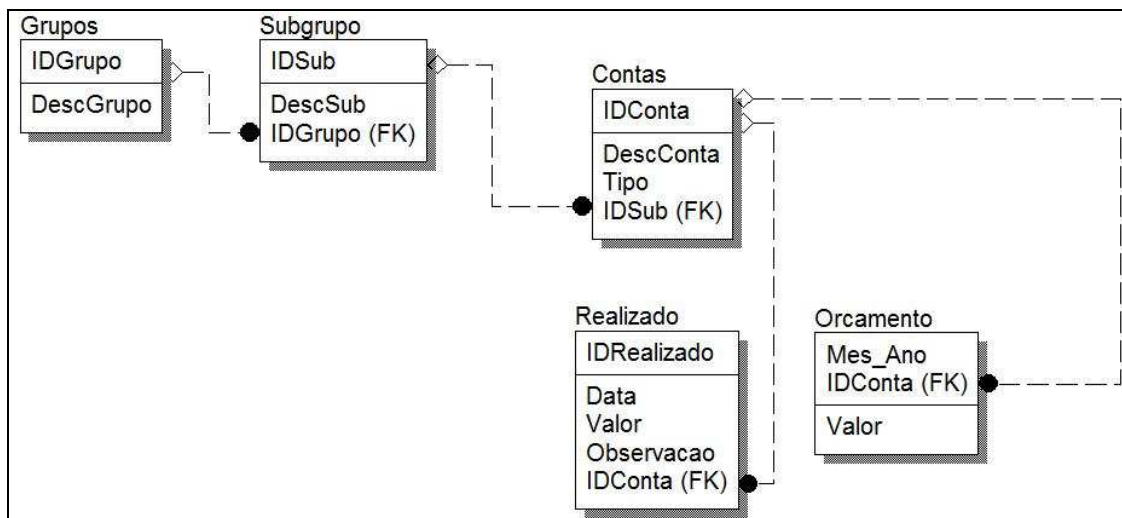


Figura 7. Modelo lógico do Sistema de Orçamentos

O modelo lógico apresenta as definições contidas no modelo conceitual. Podemos perceber que as tabelas recebem o identificador da entidade forte como chave-estrangeira (FK ou *Foreign Key*). A única exceção é a chave-estrangeira *IDConta* na tabela *Orçamento*, que também é definida como primária na entidade, no intuito de não permitir que seja cadastrado indevidamente (repetido) o orçamento de uma determinada conta no mesmo mês e ano, conforme citado anteriormente.

Conclusões

Construir um modelo conceitual nem sempre é uma tarefa atrativa para um desenvolvedor. Entretanto, ao aplicar a metodologia sugerida quando do desenvolvimento de qualquer sistema, é possibilitada uma análise mais aprofundada das características do BD que irá armazenar as informações pertinentes ao propósito do mesmo. O processo vivenciado durante modelagem conceitual gera uma maior maturidade com relação aos propósitos do sistema, permitindo inclusive que sejam discutidas características que durante a criação apenas do modelo lógico poderiam passar por despercebidas. A análise das associações e das cardinalidades são exemplos claros da necessidade de atenção que a modelagem conceitual exige e se reverte em benefícios para o desenvolvedor. Este último, terá facilitado o processo de desenvolvimento do sistema, tanto pela documentação, quanto pela facilidade de desenvolvimento do processo efetivo de modelagem de dados.

A modelagem conceitual não necessita de ferramentas específicas. Pode ser gerada inclusive no rascunho usado para anotações do sistema. Porém, armazenar a documentação é bastante interessante no desenvolvimento de qualquer sistema, até mesmo para comprovar a autoria ou os direitos sobre o mesmo. O DER e os demais diagramas apresentados neste artigo, foram

desenvolvidos usando a ferramenta MS-Microsoft Visio 2003. Já o modelo lógico resultante, foi desenvolvido usando a ferramenta CA-ERWin Versão 4.0.

A conversão do modelo conceitual para o lógico é muito natural pois as estruturas que utilizam são muito parecidas. Entretanto, a modelagem conceitual tem a vantagem de manter o foco no contexto do problema enquanto que o modelo lógico, tende a preocupar-se mais com a estrutura de armazenamento dos dados.

Ao analisar o modelo lógico gerado para o sistema de orçamentos, podemos perceber que este atende os requisitos especificados pelo levantamento de dados. Permitirá que sejam criados novos Grupos, Subgrupos e Contas, sem prejuízos as já existentes, da mesma forma que valores não orçados poderão compor os valores de contas realizadas no mês.

Muitos relatórios poderão ser gerados tais como: plano de contas - combinação de Grupos, Subgrupos e Contas -, Orçamento e Realizado do Mês ou período, em separado ou em conjunto, com os respectivos totais e subtotais gerais, atendendo plenamente as características do cenário apresentado.