

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM WEB E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

RÉGIO ANTÔNIO MICHELIN

**Estudo sobre banco de dados temporais**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do grau  
de Especialista

Prof. Dra. Renata de Matos Galante  
Orientadora

Porto Alegre, novembro de 2006.

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Michelin, Régio

Estudo sobre dados temporais / Régio Michelin – Porto Alegre:  
Curso de Especialização em WEB e Sistemas de Informação,  
2006.

15 f.:il.

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de  
Especialização em WEB e Sistemas de Informação, Porto Alegre,  
BR – RS, 2005. Orientadora: Renata de Matos Galante.

1.Banco de dados temporais. 2.Banco de dados. I. Galante,  
Renata de Matos. III. Estudo sobre banco de dados temporais.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Vice-Reitor: Prof. Pedro Cezar Dutra Fonseca

Pró-Reitora de Pós-Graduação: Profa. Valquiria Linck Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Flávio Rech Wagner

Chefe do Departamento de Informática Aplicada: Prof. Dra. Carla Maria Dal  
Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Especialização em WEB e Sistemas de Informação:  
Prof. Dr. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Renata de Matos Galante por estar sempre disposta a sanar minhas dúvidas sempre que surgiam no decorrer deste trabalho. Por me ajudar a manter o caminho certo sem perder o foco durante a realização deste trabalho, muito obrigado!

Aos funcionários do Instituto de Informática que sempre se mostraram presentes nas dúvidas para realização deste trabalho.

A todos os professores do Curso de Especialização em WEB e Sistemas de Informação, 2006, por me fornecer uma boa base teórica e prática de conhecimentos que me foi muito útil na realização deste trabalho e também será de grande valia durante a minha vida profissional.

Aos meus pais por jamais terem me deixado desistir, e sempre me encorajando a buscar por novos desafios e conseguir superá-los.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1	Apresentação do trabalho .....	10
<b>2</b>	<b>BANCOS DE DADOS TEMPORAIS .....</b>	<b>12</b>
2.1	Conceitos de tempo .....	12
2.1.1	Tipos de dados temporais .....	13
2.1.2	Tipos de tempo .....	13
2.1.3	Expressões temporais .....	13
2.2	<b>Banco de dados temporais .....</b>	<b>13</b>
2.2.1	Banco de dados instantâneos .....	13
2.2.2	Banco de dados de tempo de transação .....	14
2.2.3	Banco de dados de tempo de validade .....	15
2.2.4	Banco de dados bitemporais .....	15
2.3	Considerações Finais .....	16
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO – CONTROLE DE BANCOS E CONTAS EM NOTAS FISCAIS .....</b>	<b>17</b>
3.1	Descrição da aplicação .....	17
3.2	Problemas e limitações .....	19
3.3	Considerações Finais .....	21
<b>4</b>	<b>SOLUÇÃO PROPOSTA .....</b>	<b>22</b>
4.1	Análise da proposta .....	22
4.2	Modelagem do sistema apresentado .....	23
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD	Banco de Dados
BDT	Banco de Dados Temporal
TT	Tempo de Transação
TV	Tempo de Validade
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SQL	<i>Structured Query Language</i>
E-R	Entidade Relacionamento

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Registro em banco de dados instantâneos.....	14
Figura 2.2: Registro em banco de dados de transação.....	14
Figura 2.3: Registro em banco de dados de validade. ....	15
Figura 2.4: Registro em banco de dados bitemporais.....	16
Figura 3.1: Diagrama E-R com a modelagem do sistema original.....	18
Figura 3.2: Diagrama E-R com a modelagem do banco de dados atual.....	20
Figura 4.1: Diagrama E-R das tabelas com controle temporal.....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Exemplo de inserção de dados na tabela de contas. ....	23
Tabela 4.2: Exemplo de atualização de dados na tabela de contas.....	24

## RESUMO

Atualmente os bancos de dados são largamente utilizados para armazenamento de informações, porém estes bancos apenas armazenam as informações do momento presente dos dados neles armazenados. Algumas aplicações precisam armazenar não somente o instante corrente dos seus dados mas informações históricas e para sanar essa necessidade faz-se necessário à utilização de bancos de dados temporais.

O presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo sobre os principais conceitos de tempo e de bancos de dados temporais. A seguir é apresentado o estudo de uma aplicação de emissão de notas fiscais que devido a uma parceria com bancos internacionais levou a um problema de atualização de dados que pode ser solucionado através da utilização de bancos de dados temporais. O trabalho é finalizado com a proposta de solução para esta aplicação bancária.

**Palavras-Chave:** Banco de dados temporais, banco de dados.



## **A temporal data base study**

### **ABSTRACT**

Nowadays the data bases are wide used for information storage however these data bases can store the information of the present moment of the data. Some applications need to store historical data information and to supply this necessity become necessary to the use of temporal data bases.

This work presents a study of the main concepts of time and temporal data bases. It shows a study of an application of bill of sale emission and its problem, which this work will consider a solution using temporal data base.

**Keywords:** Temporal database, database.

# 1 INTRODUÇÃO

Os bancos de dados temporais oferecem a possibilidade de armazenar informações históricas a respeito de um determinado objeto que nele está sendo mantido (EDELWEISS, 1998, TANSEL, 1997). Para que se faça possível a utilização destas informações históricas, é necessária a criação de rótulos temporais associados aos objetos do banco de dados temporal.

Estes rótulos temporais utilizados podem ser diferentemente classificados. Edelweiss (1998) os classifica como: tipo de dados temporais, tipos de tempo e expressões temporais. Os tipos de dados temporais por sua vez podem ser classificados de acordo com a necessidade do problema ao qual este se propõe a resolver, podem ser: instante (no qual é armazenado apenas um ponto no tempo), período (intervalo decorrido entre dois instantes de tempo) e intervalo (tempo decorrido entre dois instantes de tempo, porém não se sabe necessariamente quando o mesmo começa ou termina).

As informações temporais associadas aos dados podem ser divididas em tempo de validade e tempo de transação. Enquanto os bancos de dados temporais podem ser diferentemente classificados baseados no modo como as informações temporais são armazenadas. Edelweiss (1994) adota a seguinte classificação dos bancos de dados temporais: banco de dados instantâneos, banco de dados de tempo de transação, banco de dados de tempo de validade e banco de dados bitemporais.

Baseado nas informações dos diferentes tipos de dados e tipos de banco de dados temporais, podemos optar pelo modelo que mais adequado ao problema que estamos tentando resolver.

Atualmente os bancos de dados amplamente utilizados comercialmente não contam com suporte a dados temporais, porém pode-se utilizar dos conceitos destes para que seja feita uma modelagem manual dos dados utilizando bancos de dados instantâneos.

## 1.1 Apresentação do trabalho

Este trabalho tem por objetivo fazer um estudo sobre os diferentes conceitos que envolvem bancos de dados temporais. Serão apresentados estes conceitos com uma descrição e exemplos de sua utilização.

Será apresentado um problema prático, de controle de bancos e contas na geração de notas fiscais, para o qual será proposta uma solução utilizando banco de dados temporais.

O presente trabalho segue estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 2 apresenta os conceitos e modelos de bancos de dados temporais, com suas características e diferenças;
- Capítulo 3 apresenta o problema de uma empresa que precisa manter informações históricas de bancos e contas para emissão de notas fiscais;
- Capítulo 4 apresenta uma proposta de solução para o problema descrito no capítulo 3, utilizando os conceitos de banco de dados temporais;
- Capítulo 5 encerra o trabalho com as considerações finais.

## 2 BANCOS DE DADOS TEMPORAIS

Os bancos de dados relacionais comerciais que possuímos atualmente nos possibilitam apenas o armazenamento de um instante de tempo dos registros nele guardados. Neste caso, podemos dizer que os bancos de dados nos permitem apenas armazenar informações do estado presente dos registros.

Para que possamos armazenar as informações temporais nos bancos de dados relacionais há necessidade de serem criados atributos adicionais para cada entidade. O gerenciamento desta informação fica totalmente a cargo do usuário. Há necessidade de tirar a responsabilidade do controle desses dados do usuário e, para tal, seria necessário que os SGBDs comerciais implementassem nativamente a manipulação das informações temporais.

No entanto, atualmente vê-se a necessidade de muitas aplicações armazenarem não apenas as informações correntes de um determinado registro, mas sim o seu estado passado, presente e até mesmo futuro. Vindo para atender essa necessidade de manter as informações de um determinado registro ao longo do tempo, propõe-se a utilização de banco de dados temporais, pois os mesmos são modelados de forma a representar este tipo de informações.

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos relacionados ao gerenciamento de bancos de dados temporais, sendo descritos também seus tipos e expressões. Além disso, é apresentada uma classificação dos bancos de dados temporais, que podem ser diferentemente classificados de acordo como a informação estiver estruturada para o seu armazenamento.

### 2.1 Conceitos de tempo

A área de pesquisa em bancos de dados temporais tem por objetivo especificar os aspectos relacionados à modelagem, armazenamento e recuperação de dados temporais. Os rótulos temporais associados aos registros nas tabelas são responsáveis por modelarem seus estados: presente, passado e futuro. Deste modo, os bancos de dados temporais diferenciam-se dos bancos de dados instantâneos amplamente difundidos no mercado.

Os rótulos temporais possuem diferentes formas de representação e armazenamento. Segundo Edelweiss (1998), os rótulos temporais podem ser divididos em tipos de dados temporais, tipos de tempo e expressões temporais, conforme detalhado a seguir.

### 2.1.1 Tipos de dados temporais

Os tipos de dados temporais podem ser classificados como: *instante*, apenas o momento em que ocorre um determinado evento. O instante caracteriza-se por um ponto específico no decorrer do tempo contínuo do registro do banco de dados; *período*, é definido como sendo o intervalo decorrido entre dois instantes de tempo diferentes e conhecidos; *intervalo*, é definido como sendo o tempo decorrido entre dois instantes de tempo diferentes e conhecidos, tal que se sabe a sua duração, mas não se sabe necessariamente quando o mesmo começa ou termina.

### 2.1.2 Tipos de tempo

O tipo de tempo utilizado para representação de informações nas aplicações pode ser classificado como: tempo de transação, responsável por representar o momento em que foi feita a alteração no banco; tempo de validade, responsável por representar o tempo no qual os dados terão validade; e tempo definido pelo usuário, o qual consiste no tempo manipulado diretamente pelo usuário ou através da aplicação.

### 2.1.3 Expressões temporais

Conforme definição em JENSEN (1998), expressões temporais são construções sintáticas utilizadas para *queries* de consulta para determinar um valor temporal. Estes valores temporais podem ser um determinando instante, um período ou um intervalo de tempo.

## 2.2 Banco de dados temporais

Bancos de dados temporais podem ser diferentemente classificados, de acordo com a forma como a informação é estruturada para o seu armazenamento. Edelweiss (1994) adota a seguinte classificação dos bancos de dados temporais: banco de dados instantâneos, banco de dados de tempo de transação, banco de dados de tempo de validade e banco de dados bitemporais, conforme detalhado nas subseções a seguir.

### 2.2.1 Banco de dados instantâneos

São os bancos de dados utilizados comercialmente, tais como Oracle (ORACLE, 2006), SQL Server (MICROSOFT, 2006), PostGreSQL (POSTGRESQL, 2006). Esse tipo de banco de dados nos permite armazenar a informação atual dos registros, ou seja, apenas o estado presente. Para se utilizar o controle temporal neste tipo de banco de dados, faz-se necessário a criação de atributos definindo as datas associadas ao registro, caso não haja esse controle através de atributos, este registro perderá os valores antigos sempre que seja feita uma alteração. Vale ressaltar que todo o controle destes atributos deverá ser feito manualmente pelo desenvolvedor da aplicação.

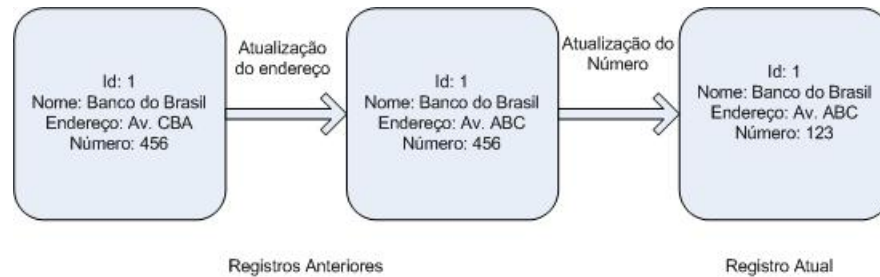


Figura 2.1: Registro em banco de dados instantâneos.

Conforme ilustrado na Figura 2.1, na medida em que os dados do banco em questão são alterados, os valores anteriores são perdidos, sendo que o único valor válido para consulta é o registro atual do mesmo.

Este tipo de banco de dados amplamente utilizado faz inserção, alteração e consulta nos dados utilizando SQL do modo tradicional, ou seja, para cada mudança feita no banco, os dados anteriores são perdidos.

### 2.2.2 Banco de dados de tempo de transação

São bancos de dados que utilizam o conceito de transações no banco, e para cada transação efetuada em um registro, um rótulo indicando a data em que à mesma ocorreu é gravado. Desse modo, os registros que são alterados não são apagados, e o último valor é considerado o valor vigente. Vale ressaltar que a criação e a atualização deste rótulo são feitas pelo próprio SGBD, sendo totalmente transparente para o desenvolvedor ao utilizar o banco de dados em questão.

JENSEN (1998) apresenta a definição para tempo de transação (TT) onde define o tempo em que os dados são inseridos ou alterados na tabela. O TT permite que o usuário saiba o momento em que foi feita cada alteração de dados.



Figura 2.2: Registro em banco de dados de transação.

Conforme ilustrado na Figura 2.2, a cada atualização efetuada no registro do banco, é associada à data da atualização, assim pode-se buscar informações do endereço antigo do banco.

HÜBLER (2000) define o comportamento deste tipo de banco de dados para se inserir/atualizar dados. Adiciona-se ao registro o ponto no tempo em que o registro foi inserido/atualizado na tabela. Desse modo, ao se efetuar uma busca nos registros utilizando uma data, pode-se obter a informação válida na data informada.

### 2.2.3 Banco de dados de tempo de validade

São bancos de dados que além de utilizar a idéia de tempo de transação associando um rótulo com a data da alteração, possuem também a informação da validade do registro, indicando o tempo de validade do mesmo. A informação da validade do registro é definida pelo próprio usuário, sendo de responsabilidade deste o controle desta informação.

JENSEN (1998) apresenta a definição para tempo de validade (TV) onde define o tempo em que os dados começarão a ter validade. Este tempo não corresponde necessariamente ao momento em que os dados são inseridos ou alterados na tabela. O TV possibilita acessar informações do presente, passado e futuro do registro.

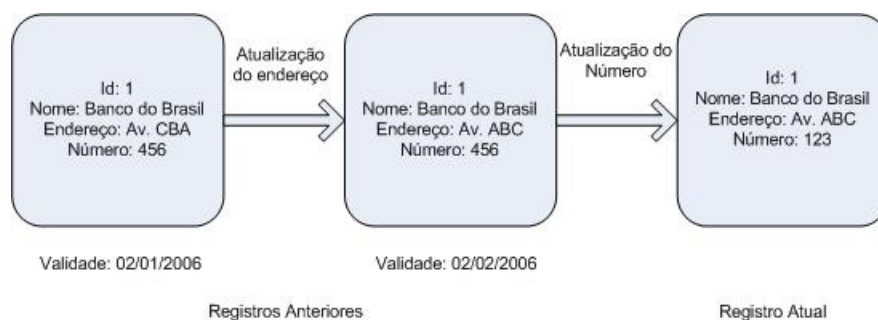


Figura 2.3: Registro em banco de dados de validade.

Conforme ilustrado na Figura 2.3, define-se a validade do registro. No exemplo, a partir da data 02/01/2006 o endereço do banco passa a ser Av. ABC. Isto possibilita ao usuário definir exatamente a partir de quando as alterações terão validade.

HÜBLER (2000) define o comportamento deste tipo de banco de dados durante a inserção dos registros. Neste tipo de BD não é armazenado o instante de tempo em que é efetuada esta inserção, esta operação cria uma coluna na tabela onde é informada a data a partir da qual o registro torna-se válido.

Nas operações de alteração dos registros, o novo valor pode ser inserido antes, no meio ou no final da lista que representa os registros. Por exemplo, na Figura 2.3 ao se inserir um registro com data de validade anterior a data de 02/01/2006, este registro seria inserido como uma informação do passado desta tupla. Se a data for maior que 02/02/2006 estas informações serão inseridas no final da lista, mantendo desse modo à integridade temporal dos dados.

### 2.2.4 Banco de dados bitemporais

São bancos de dados que combinam as características de bancos de dados de tempo de transação com bancos de dados de validade. Este tipo de banco de dados armazena tanto as informações do tempo de validade dos registros quanto a data em que determinada transação foi efetuada. Desse modo, podemos ter acesso a todo o histórico de alterações com suas respectivas validades. Além dos eventos passados, pode-se acessar o estado presente do registro e até mesmo eventos futuros.

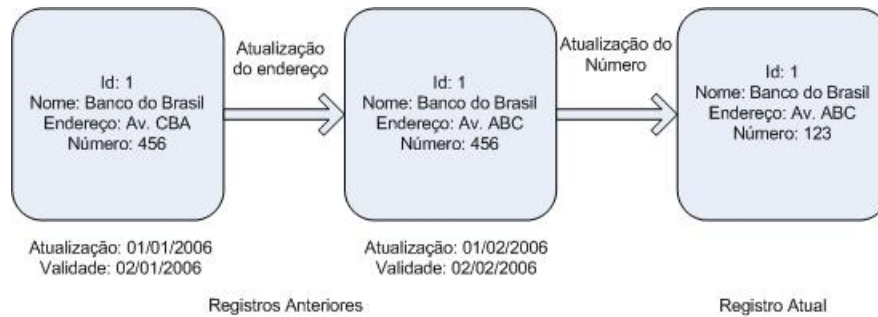


Figura 2.4: Registro em banco de dados bitemporais.

Conforme ilustrado na Figura 2.4, definimos além da data de atualização a validade do registro. Desse modo, sabemos que o usuário fez a atualização do endereço do banco no dia 01/01/2006 e esta alteração entrará em vigor no dia 02/01/2006.

HÜBLER (2000) define o modo como este tipo de banco de dados se comporta durante a inserção de registros. Este tipo de banco de dados possui comportamento semelhante aos bancos de transação e de validade para inserção, alteração e consulta. Para se inserir um novo registro, é informado o tempo de validade e adicionado à data de atualização do mesmo. Já para atualização dos registros, este tipo de banco trabalha exatamente como os bancos de dados de validade, exceto pelo fato de armazenar também a data da atualização, possibilitando que os dados não sejam sobrepostos.

### 2.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas as definições sobre bancos de dados temporais, com suas divisões baseadas no modo como são armazenadas as informações temporais. Também foram apresentadas as classificações dos conceitos temporais que são utilizados para modelar o tempo a ser utilizado nos bancos de dados temporais.

No presente trabalho estas definições serão utilizadas com intuito de modelar a solução de um problema proposto, a fim de obtermos uma solução que apresente o melhor método de armazenamento e busca dos dados. A aplicação considerada possui aspectos relevantes no contexto de bancos de dados temporais, entretanto, sua implementação considera simplesmente bancos de dados instantâneos.



### **3 ESTUDO DE CASO – CONTROLE DE BANCOS E CONTAS EM NOTAS FISCAIS**

Com objetivo de ilustrar uma aplicação prática da utilização de banco de dados temporais, será apresentado o estudo de caso do controle de bancos e contas para uma aplicação responsável por gerar notas fiscais. Esta aplicação foi escolhida, pois ao ser emitida a nota fiscal, a mesma deve conter as informações do banco na data em que a nota foi gerada. Todas as alterações feitas nos registros dos bancos devem aparecer apenas nas notas fiscais geradas a partir da data da alteração.

Primeiramente, o sistema atual é descrito e em seguida são apresentadas as limitações desse sistema. O capítulo é encerrado com as considerações finais.

#### **3.1 Descrição da aplicação**

A aplicação consiste de um sistema responsável pela geração de notas fiscais de todas as filiais de uma prestadora de serviços. Por esta empresa atuar em diversos países, ela divide o globo em 6 regiões que são: Europa, Ásia, África, América do Sul, América do Norte e Oceania. Para cada uma destas regiões a empresa utiliza um modelo de numeração de notas diferenciado.

As notas fiscais possuem além das informações do cliente, o qual contrata os serviços da empresa, ainda os itens da nota que descrevem os serviços contratados e/ou prestados e também as informações do banco e da conta onde a nota deverá ser paga.

O sistema ainda permite que sejam consolidadas várias notas fiscais de um mesmo cliente em uma única nota. Neste caso, uma nota fiscal consolidada irá possuir informações de múltiplas notas em uma única, onde cada item da nota consolidada é uma nota fiscal. As notas consolidadas podem possuir informações de banco e de conta de pagamento diferentes das notas que nela estão sendo consolidadas.

Após uma nota ser incluída em uma nota consolidada, esta nota fica indisponível para uma nova consolidação, garantindo deste modo que uma nota pode estar apenas em uma consolidada. Do mesmo modo que as notas fiscais possuem numeração diferenciada para cada região, as notas consolidadas também possuem uma numeração diferente das notas fiscais de acordo com a região onde a mesma é emitida.

O sistema permite ainda que sejam inseridos comentários para eventuais acompanhamentos das notas fiscais, estes comentários também podem ser inseridos

para as notas consolidadas. Porém, estas informações não são impressas junto com as notas, servem apenas para acompanhamento, histórico e controle destas.

Para fins de auditoria no sistema e re-emissão de notas fiscais, o mesmo deve possibilitar ao usuário re-emitir um nota fiscal emitida anteriormente, porém esta nota re-emitada deve ser exatamente igual a original. Qualquer mudança que tenha sido feita posteriormente o sistema não poderá refletir na nota.

A modelagem do banco de dados da aplicação original é apresentada na Figura 3.1, através de um diagrama E-R (Entidade Relacionamento).

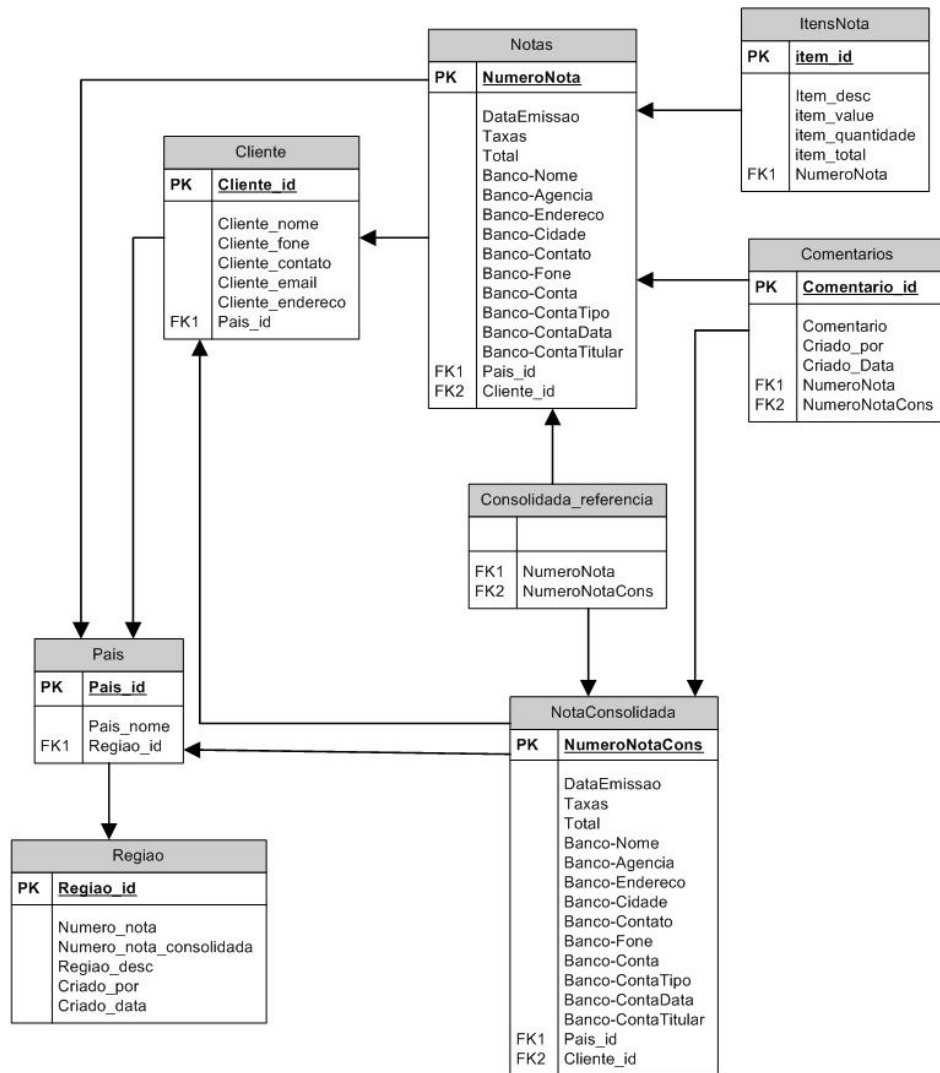


Figura 3.1: Diagrama E-R com a modelagem do sistema original.

De acordo com o diagrama, o sistema apresenta as seguintes tabelas:

- Região - apresenta a descrição das regiões determinadas pela empresa, bem como o controle da numeração das notas fiscais e consolidadas definidos por cada região;
- País - países cadastrados onde a empresa possui escritórios. Cada país deve estar dentro de uma região anteriormente cadastrada;

- Cliente - controle de cadastro de clientes armazenando as informações básicas dos mesmos;
- Notas - responsável por manter as informações do banco e conta onde a nota será paga, taxas que venham a incidir sobre esta, data da emissão da mesma, todos os itens que compõem a nota, dados do cliente e também do país de onde a nota é emitida;
- Notas Consolidadas - possui as mesmas informações que as notas, exceto que esta irá possuir os dados de notas no lugar dos itens de cada nota. Para manter estas informações há o auxílio da tabela Consolidada\_referencia para armazenar o *link* entre as notas e as notas consolidadas;
- Itens da nota - armazena a descrição, valor, horas e o total do item;
- Comentários - responsável por manter o histórico de detalhes que possam ter acontecidos durante a prestação dos serviços ou mesmo lembretes que tenham que acompanhar a nota. Estes dados não são impressos junto com as notas.

### 3.2 Problemas e limitações

Esta seção descreve os principais problemas e limitações do atual sistema que motivaram a proposta de uma solução utilizando bancos de dados temporais.

Dado estas informações, a aplicação foi modelada para utilizar este banco de dados. Porém, a empresa efetuou uma parceria com bancos internacionais e para tal se fez necessário separar o cadastro dos bancos e contas. Porém ao se fazer tal separação de informações foi gerado outro problema que é descrito a seguir.

Agora ao se re-emitir uma nota fiscal que aponte para um banco ou para uma conta que sofreu alguma alteração, a nota apresenta as informações novas dos mesmos, e não as informações que constavam na data da emissão da nota.

A Figura 3.2 apresenta o diagrama E-R que ilustra como ficou estruturado o banco de dados para que sejam separadas as informações dos bancos e das contas.

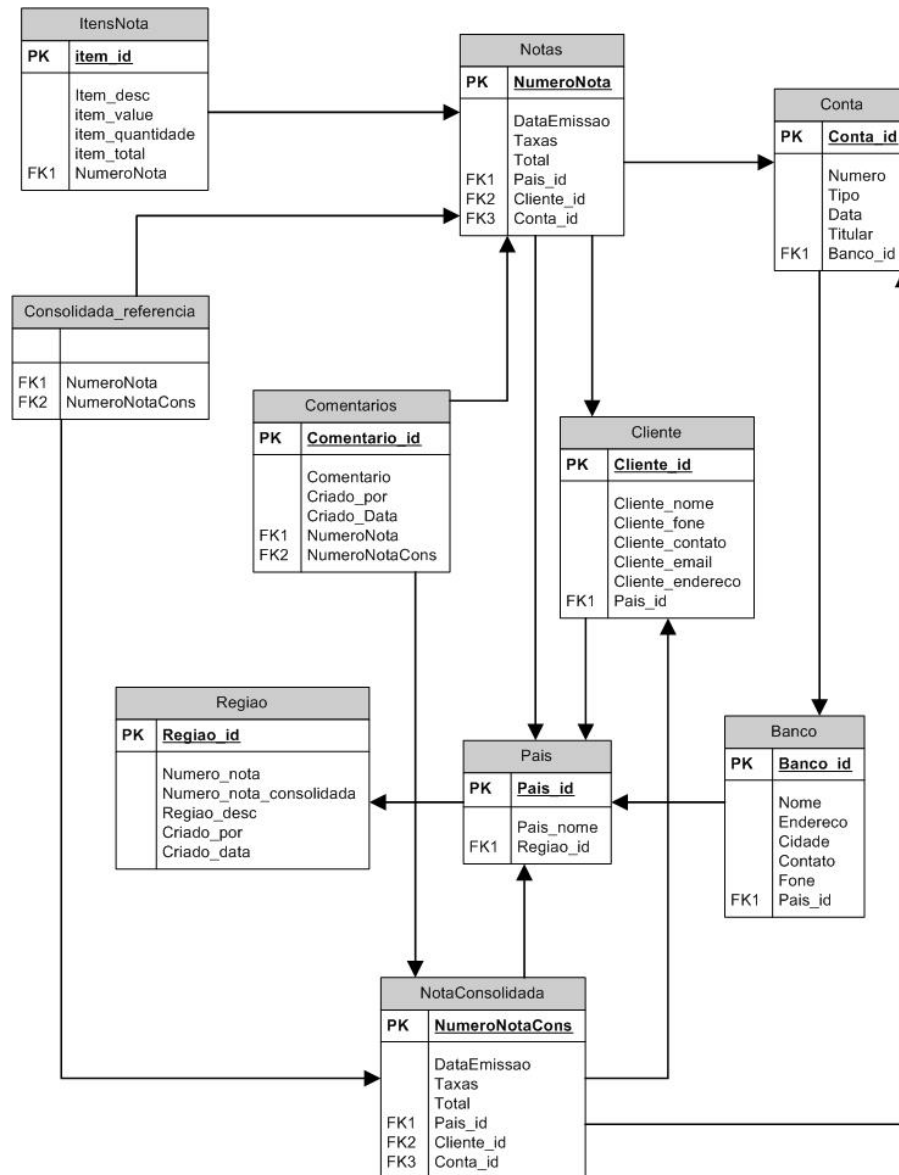


Figura 3.2: Diagrama E-R com a modelagem do banco de dados atual.

Nesta nova abordagem de diagrama E-R foram acrescentadas duas novas tabelas:

- Banco - responsável por manter as informações pertinentes a cada banco que possui parceria com a empresa prestadora de serviços. Agora, o banco será cadastrado apenas uma vez, não precisando ser replicado os dados para cada nova nota;
- Conta - mantém as informações das contas em cada banco.

Porém, ao ser adotada esta nova modelagem, surge o problema de que todas as notas emitidas sempre estarão mostrando os dados atuais do banco de dados. Isto acaba gerando muitos problemas com a divergência de dados da nota original para a nota emitida posteriormente.

O mesmo acontece para as contas. Os demais campos das notas fiscais não podem ser editados em momento algum na aplicação. Com isso o problema se resume apenas

ao controle do cadastro e alterações dos bancos e das contas, pois estas informações podem ser alteradas de acordo com as eventuais mudanças que possam acontecer com os mesmos.

Com isto o sistema fica totalmente limitado a não emitir notas fiscais com os dados dos bancos e das contas no momento da primeira emissão da nota fiscal.

Este banco de dados não iria conseguir manter o histórico das informações dos bancos e das contas. Estas informações são de grande importância, visto que para todas as re-emissões de notas fiscais não pode haver nenhum dado divergente.

### **3.3 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentado o sistema de controle de emissão de notas fiscais de uma empresa prestadora de serviços que atua em diversos países. Esta empresa ao criar uma parceria com bancos internacionais e separar o cadastro de bancos e de contas acabou gerando um problema, que é a perda de informações histórica dos bancos e de suas contas.

Com este problema em vista, no Capítulo 4 será apresentada uma possível solução para o mesmo através da utilização de bancos de dados temporais.

## 4 SOLUÇÃO PROPOSTA

Tendo em vista o problema apresentado no Capítulo 3, neste capítulo será feita uma análise do mesmo, e apresentada uma possível solução utilizando bancos de dados temporais, com intuito de encontrar a melhor solução para o problema da perda de informações quando da atualização dos dados.

### 4.1 Análise da proposta

O primeiro passo para a solução deste problema da atualização dos dados é decidir qual modelo de banco de dados melhor se adapta a este caso.

Analisando os tipos de banco de dados temporais e de acordo com as necessidades da aplicação podemos optar por um tipo de banco de dados temporal.

No caso apresentados há apenas a necessidade de armazenamento das informações históricas dos bancos e das contas que serão utilizados na aplicação. A modelagem da aplicação e a sua utilização não fazem necessário que se tenha validade nos dados, pois estes dados começam a ser utilizados a partir do momento em que foram inseridos ou alterados na tabela, e permanecem válidos até que seja feita uma nova alteração.

Com base nesta informação, podemos eliminar os bancos de dados de tempo de validade e bi-temporais, pois os mesmos apresentam a característica de validade de informações. A utilização destes bancos de dados não iria impedir a correta modelagem do sistema, porém acrescentaria um outro controle na aplicação que não foi solicitado.

No modelo de banco de dados de tempo de transação utilizaremos o rótulo temporal de intervalo temporal. Este tipo de rótulo será adotado, pois através dele podemos definir diferentes intervalos de tempo onde às informações foram válidas.

A granularidade utilizada neste caso será através da data e hora, permitindo assim que através da aplicação o usuário possa fazer mais de uma alteração nos dados dos bancos e contas em um dia.

O controle dos rótulos temporais é feito totalmente através do SGBD, diminuindo assim o *overhead* gerado por consultas incluindo datas de início e final, caso o usuário fosse encarregado de controlar estes valores.



Conforme ilustrado na Tabela 4.1, todos os registros que estão sendo criados são preenchidos com a *Data\_Inicial* com o dia em que o registro é criado, e a coluna *Data\_Final* é preenchida com o valor *Null*, para indicar que aquele é um registro corrente. Este valor só será alterado quando um destes registros sofrer uma alteração. Todo o controle destas duas colunas é feito pelo SGBD.

Neste caso, para todas as notas emitidas até a data presente podem utilizar qualquer uma das contas da tabela de contas, pois todos os registros inseridos na tabela de contas são válidos até a data corrente.

O sistema não apresenta problemas nas emissões e re-emissões de notas fiscais que fazem referência a uma conta que foi inserida e não sofreu alteração, que é o caso apresentado quando ocorre uma inserção de dados nestas tabelas. O problema aparece quando é feita uma re-emissão de uma nota fiscal que faz referência a uma conta que sofre alteração. A Tabela 4.2 mostra um exemplo de conta onde foi feita a alteração.

Tabela 4.2: Exemplo de atualização de dados na tabela de contas.

<i>Código Conta</i>	<i>Código Banco</i>	<i>Número</i>	<i>Tipo</i>	<i>Titular</i>	<i>Data</i>	<i>Data_Inicial</i>	<i>Data_Final</i>
...	...	...	...	...	...	...	...
001	001	12345- 6	Conta Corrente	Antonio dos Santos	01/01/2000	01/01/2000	25/10/2006
001	001	12345- 6	Conta Investimento	Carlos de Oliveira	01/01/2000	26/10/2006	<i>Null</i>
...	...	...	...	...	...	...	...

Conforme vemos na Tabela 4.2 todas as notas emitidas entre 01/01/2000 e 25/10/2006 devem fazer referência a um registro diferente das notas emitidas a partir de 26/10/2006, quando houve a alteração.

Caso não houvesse o controle temporal dos dados nesta tabela, ao ser efetuada uma re-emissão de uma nota fiscal emitida entre 01/01/2000 e 25/10/2006, esta nota apresentaria o tipo de conta e titular errados.

Utilizando as informações temporais quando foi efetuada a alteração no tipo da conta e no titular da mesma em 26/10/2006, foi gerado um novo registro com estas informações e marcada a data final para a data onde o registro foi alterado.

O preenchimento do campo *Data\_Final* é feito automaticamente pelo SGBD, pois assim o mesmo sabe que aquele registro foi finalizado. Já o outro registro, agora atual, recebe o valor *Null* neste campo para indicar que este é o registro corrente, fazendo com que todas as notas emitidas a partir de então apontem para ele.

Utilizando banco de dados temporais que fazem o controle de quando o registro foi inserido, e o período em que o mesmo é válido, o problema da emissão das notas fiscais com contas e bancos que sofreram alguma alteração, foi solucionado.



## 5 CONCLUSÃO

Atualmente quase todas as aplicações computacionais necessitam armazenar dados. Para isto os bancos de dados são utilizados. Porém, algumas aplicações precisam não somente armazenar o instante atual dos dados, mas também as informações históricas como presente, passado e futuro do objeto.

Neste cenário são propostos os bancos de dados temporais que permitem armazenar os dados históricos dos objetos.

São vários conceitos e modelos que tratam de dados temporais, com isso cabe a quem analisar a aplicação para encontrar o melhor modelo a ser aplicado na solução do problema.

No presente trabalho foram apresentados estes conceitos e modelos, também foi feito um estudo de caso onde os mesmos foram aplicados. No estudo vimos uma empresa que precisa armazenar informações históricas sobre as contas e bancos para sua aplicação de emissão de notas fiscais.

Na solução proposta para o problema apresentado, foi utilizado um banco de dados temporal de transação com rótulo temporal baseado em períodos, para que assim sejam mantidas as informações com o momento em que os dados foram inseridos e também o período no qual estes dados foram válidos.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, C; GRANDI, F; SCALAS, M. R. **On Schema Versioning in Temporal Databases**. In: Recent Advances in Temporal Databases. J. Clifford, A. Tuzhilin (Eds.). Great Britain: Abril, 1995.

EDELWEISS, N. Banco de Dados Temporais: Teoria e Prática. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, 17., 1998, Belo Horizonte. **Anais do XVII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação**. Belo Horizonte: SBC, 1998. p. 225-282.

EDELWEISS, N.; OLIVEIRA, J. P. M. **Modelagem de Aspectos Temporais de Sistemas de Informação**. Recife: UFPE-DI, 1994. 163 p. Trabalho apresentado na IX Escola de Computação, 1994.

HÜBLER, P. N. **Definição de um Gerenciador para o Modelo de Dados Temporal TF-ORM**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

JENSEN, C. S. et al. The Consensus Glossary of Temporal Database Concepts . In: ETZION, O.; SRIPADA, S. (Ed.). **Temporal Database Research and Practice**. Berlin: Springer-Verlag, 1998.

MICROSOFT. **SQL Server Developer Center**. Disponível em: < <http://msdn.microsoft.com/sql/>>. Acesso em: ago. 2006.

OLIVEIRA, A. M. **Funcionalidades Temporais do Banco de Dados Oracle e Mecanismos para Consultas de Tempo de Validade**. 2003. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

ORACLE. **Oracle Database 10g – The First Database Designed for Grid Computing**. Disponível em: <<http://www.oracle.com/database/index.html>>. Acesso em: ago. 2006.

POSTGRESQL. **PostgreSQL: The world's most advanced open source database**. Disponível em: < <http://www.postgresql.org/>>. Acesso em: ago. 2006.

TANSEL, A.U., TIN, E. The expressive power of temporal relational query languages. **IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering**, New York, v.9, n.1, Jan 1997.