

UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA

**Replicação de Dados e Aplicações
em Sistemas de Quiosques Multimédia**

José Maria da Silva Vieira

Porto, Setembro 2000



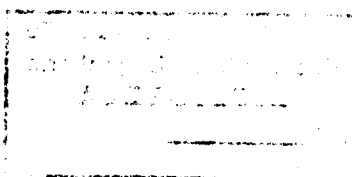
FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

**Replicação de Dados e Aplicações
em Sistemas de Quiosques Multimédia**

José Maria da Silva Vieira

Licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Dissertação submetida para satisfação parcial dos
requisitos do grau de mestre
em
Engenharia Electrotécnica e de Computadores
(Área de especialização de Telecomunicações)



Dissertação realizada sob a supervisão de
Professor João Correia Lopes,
do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Porto, Setembro de 2000

621.3(043)/VIE+/REP

UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Engenharia
BIBLIOTECA
N.º <u>56140</u>
CDU <u>621.3(043)</u>
Data <u>25.10.2001</u>

Resumo

Esta dissertação descreve a implementação de um sistema de informação distribuído, usando a tecnologia da replicação de informação disponibilizada pelo pacote de software SQL Server 6.5, produzido pela empresa americana Microsoft.

Globalmente, o sistema de informação é composto por um sistema centralizado e por uma rede de quiosques com capacidades multimédia, colocados em pontos estratégicos de acesso público. A informação é introduzida e mantida no sistema central e, por replicação, é distribuída para cada quiosque da rede.

A informação que circula no sistema enquadra-se na área do imobiliário. Podem ser imóveis de vários tipos, para venda ou aluguer, pertencentes ou não a um empreendimento, em construção, podem ser imóveis novos ou usados.

A escolha da área do imobiliário, por um lado serviu para satisfazer um conjunto de requisitos de um projecto real, por outro lado, serviu para o caso de estudo desta dissertação. O estudo aqui realizado poderia aplicar-se a outro tipo de informação, pertencente a outra actividade, como por exemplo, um sistema de informação de vendas ou aluguer para o ramo automóvel.

Esta dissertação constitui um contributo ao estudo, projecto e criação de um sistema de software que faz a propagação de informação e aplicações para quiosques multimédia.

O objectivo principal nesta dissertação foi avaliar a tecnologia de replicação que o referido pacote de software disponibiliza.

Em cada quiosque, correm aplicações bastante “amigáveis” na sua utilização, que permitem a visualização da informação dos imóveis, nomeadamente imagens e descrições textuais auxiliares, com acompanhamento áudio. Caso o utilizador mostre interesse num determinado imóvel, pode deixar os seus dados para posterior contacto. A informação dos contactos introduzida nos quiosques, e usando a mesma tecnologia de replicação, é propagada até ao sistema central.

Embora a replicação tenha a sua funcionalidade orientada apenas a um sentido, foi possível fazer circular informação nos dois sentidos: no sentido sistema central quiosques (para imóveis) e no sentido quiosques sistema central (para contactos).

A análise efectuada à implementação da replicação no SQL Server, mostra que esta tecnologia não proporcionou bons resultados, num sistema com elevado número de quiosques em rede. A implementação da replicação apresentou problemas de escalabilidade para um número superior a cerca de cinquenta quiosques.

O problema de escalabilidade foi identificado, sendo apresentada uma alternativa de como deveria ter sido implementado, para o evitar. Este problema foi ultrapassado na prática, através da introdução de equipamento adicional, com o consequente aumento de custos e complexidade de manutenção.

Summary

This thesis describes a distributed information system implementation, using the information replication technology, available in the SQL Server 6.5 software package produced by Microsoft Corporation.

Globally, the information system is made of a centralised system and of a kiosk network with multimedia capabilities, placed in strategic public access places. The information is maintained in the central system and then distributed to each kiosk in the network, by replication.

The information that goes through the system is related to the real estate business. It can represent several types of real estate, for sell or for lease, belonging or not to an enterprise, under construction, brand-new or used.

The choice of real estate business information, on one hand, has served to satisfy a set of requirements of a real world project and, on the other, to the case study presented in this thesis. This study could be applied to another type of information, related to another activity, like for example, an information system for selling or renting in the automobile business.

This dissertation is a contribution to the study, project and development of a software system, for information and applications propagation to multimedia kiosks.

The main purpose of this dissertation was to evaluate the replication technology available in the software package above mentioned.

On every kiosk, there are very user-friendly applications to visualise the real estate information, namely images and auxiliary textual descriptions, with audio attendance. If the user is interested in a certain real estate, he/she can leave his/her data for later contact. This contact information is introduced in the kiosk and, using the same replication technology, is propagated to the central system.

Although the replication functionality has a one-way orientation, it has been possible to send information in both ways: from the central system to kiosks (for real estates) and from kiosks to the central system (for user contacts).

From the analysis made to the SQL Server replication implementation, the conclusion was that this technology did not produced good results, in a system with a very high number of networked kiosks. This replication implementation presented scalability problems for more than fifty kiosks.

The scalability problem was identified and an alternative way of implementation was presented, in order to avoid it. In practical terms, this problem was solved with additional equipment, consequently increasing costs and maintenance complexity.

Résumé

Cette dissertation décrit la mise en pratique d'un système d'information distribuée, en faisant appel à la technologie de réplique d'information disponible dans le paquet de software (logiciel) SQL Server 6.5, produit par l'entreprise américaine Microsoft.

Le système d'information est totalement composé d'un système centralisé et d'un réseau de kiosques aux capacités multimédia, placés dans des endroits stratégiques d'accès public. L'information est introduite et maintenue dans le système central et, par réplique, est distribuée par chaque kiosque du réseau.

L'information circulant dans le système s'encadre dans le secteur de l'immobilier et peut représenter différents types d'immeubles: en vente ou loyer, appartenant ou non à des entreprises, en chantier, récents ou d'occasion.

Le choix de ce secteur a servi deux buts: satisfaire un ensemble de conditions d'un projet réel, d'une part, et donner un sujet d'étude à cette dissertation, d'une autre. Cet étude pourrait être appliqué à un autre type d'information, liée à une autre activité comme, par exemple, un système d'information de ventes ou de loyer dans le secteur automobile.

Le principal objectif de cette dissertation a été d'évaluer la technologie fournie par le paquet de software (logiciel) mentionné.

Dans chaque kiosque, il y a des applications assez «amicales» qui permettent de visualiser l'information sur les immeubles, notamment des images et des descriptions textuelles auxiliaires. Si l'utilisateur s'intéresse à un immeuble précis, il peut laisser ses données afin d'être contacté postérieurement. L'information sur les contacts est introduite dans les kiosques et propagée jusqu'au système central, en utilisant la même technologie de réplique.

Bien que la réplique n'ait sa fonctionnalité orientée que vers un sens, il a été possible de faire circuler l'information dans les deux sens: dans le sens du système central vers les kiosques (pour les immeubles) et dans le sens des kiosques vers le système central (pour les contacts).

De l'analyse réalisée à la mise en pratique de la réplique dans le SQL Server, on peut conclure que cette technologie n'a pas eu des bons résultats dans un système avec un grand nombre de kiosques en réseau. Elle a posé des problèmes d'expansion en plus d'une cinquantaine de kiosques.

Le problème d'expansion a été identifié et une autre alternative de mise en pratique a été présentée afin de l'éviter. En pratique, ce problème a été résolu par l'introduction d'équipement additionnel, en augmentant conséquemment les coûts et la complexité du maintien.

Índice de Capítulos

1	Introdução.....	19
1.1	Objectivos e Contribuições	19
1.2	O caso de estudo.....	19
1.3	Aplicabilidade	20
1.4	Motivação.....	21
1.5	Estrutura da Tese.....	21
2	Enquadramento Tecnológico.....	23
2.1	Introdução	23
2.2	Sistemas Distribuídos	23
2.3	A unidade lógica de trabalho.....	24
2.4	Tipos de acessos a dados.....	24
2.4.1	Pedido Remoto	24
2.4.2	LUW remoto	25
2.4.3	LUW distribuído.....	25
2.4.4	Remoto Distribuído	26
2.5	Alternativas à distribuição de dados	26
2.5.1	Modelo Centralizado	26
2.5.2	Modelo Fragmentado.....	27
2.5.3	Modelo Mestre/Escravo	28
2.5.4	Modelo Simétrico	28
2.6	Replicação no sentido lato	29
2.7	Funcionalidades do serviço de replicação.....	30
2.8	Replicação de dados	31
2.9	Replicação de Aplicações	31
2.10	Implementação da Replicação	32
2.10.1	Replicação Síncrona	32
2.10.1.1	Quando se deve usar a replicação síncrona.....	32
2.10.2	Replicação Assíncrona.....	33
2.10.2.1	Refrescamento completo ou por incremento.....	34
2.10.2.2	Propagação de eventos diferença.....	34
2.10.2.2.1	Replicação assíncrona entre bases de dados	34
2.10.2.2.2	Replicação assíncrona entre processos	36
2.10.2.3	Quando se deve usar a replicação assíncrona.....	37
2.10.2.4	Aspectos importantes a considerar na replicação assíncrona.....	37
2.11	Conclusões.....	38
3	Replicação em SQL Server	41
3.1	Introdução	41
3.2	Características	41
3.3	Terminologia	42
3.4	Componentes.....	42
3.5	A sincronização	44
3.5.1	Sincronização Automática	45
3.5.2	Sincronização Manual	45
3.5.3	Sem Sincronização	45
3.5.4	Sincronização por Instantâneos.....	46
3.6	O Leitor do Diário das Transacções	46
3.7	Papéis dos Servidores na Replicação.....	46
3.8	Distribuição de Dados.....	47
3.9	Escalonamento da Replicação.....	47
3.10	Condicionantes da replicação	48
3.11	Conclusões.....	48
4	Estrutura do Sistema Bolsa Imobiliário	51

4.1	Introdução	51
4.2	Requisitos Globais	51
4.3	Funcionalidades Gerais	52
4.4	Funcionalidades no Sistema Central	53
4.5	Funcionalidades no Quiosque	54
4.6	Elementos Constituintes	55
4.7	Carregamento da Informação dos Imóveis	56
4.8	Escalabilidade na Rede de quiosques	56
4.9	Solução A — Estrutura em estrela	57
4.10	Solução B — Estrutura em árvore	57
4.11	Estrutura Global do Sistema — Solução A	58
4.11.1	Servidor Principal	60
4.11.2	Servidor Web	60
4.11.3	Quiosque	61
4.11.4	Fluxo dos dados replicados	61
4.12	Estrutura Global do Sistema — Solução B	61
4.12.1	Servidor Distribuição Primário	63
4.12.2	Servidor Distribuição Secundário	63
4.12.3	Fluxo dos dados replicados	64
4.13	Resumo e Conclusões	64
5	Estruturas de dados do Sistema Bolsa Imobiliário	67
5.1	Introdução	67
5.2	As bases de dados do sistema Bolsa Imobiliário	68
5.3	As diferenças nas bases de dados devido à replicação	70
5.4	Base de dados dos imóveis	70
5.4.1	Informação Global dos Imóveis	71
5.4.1.1	Promotores	71
5.4.1.2	Freguesias	72
5.4.1.3	Localização	73
5.4.1.4	Informação Imóveis	74
5.4.1.4.1	Conteúdos	76
5.4.1.4.2	Empreendimentos	77
5.4.1.4.3	Tipos de Imóveis	77
5.4.1.4.4	Auxiliares à informação dos imóveis	79
5.4.2	Auxiliares Locais	82
5.4.3	Agregação dos Contactos & Estatísticas	84
5.5	Bases de dados de distribuição	86
5.5.1	Tabelas na base dados distribuição	87
5.5.2	Tabelas na base de dados destino	89
5.6	Limitações do Esquema de Replicação	90
5.7	Conclusões	92
6	Processamento no Sistema Bolsa Imobiliário	95
6.1	Introdução	95
6.2	Componentes no processamento	96
6.3	O processamento da informação dos Imóveis no sistema	98
6.4	Configuração da Replicação	98
6.5	O processamento da informação na replicação	100
6.6	Limpeza de Informação	102
6.6.1	Tarefas de limpeza relacionadas com o sistema	102
6.6.2	Tarefas de limpeza relacionadas com a replicação	103
6.7	Replicação de Aplicações	104
6.8	Conclusões	105
7	Exploração do Sistema Bolsa Imobiliário	107
7.1	Introdução	107
7.2	Sistema Central	108

7.2.1	Gestor.....	108
7.2.2	Carregamento	109
7.2.3	Diário da Replicação.....	111
7.2.4	Gráficos de Utilização	112
7.3	Quiosques.....	113
7.3.1	Gestor de Aplicações	113
7.3.2	Imobiliário.....	113
7.3.3	Simulação.....	115
7.3.4	Configuração Quiosque	116
8	Conclusões e Trabalho Futuro.....	117
8.1	Introdução	117
8.2	Conclusões	117
8.3	Trabalho futuro.....	118

Índice de Figuras

Figura 2.1 — Pedido Remoto	25
Figura 2.2 — Unidade Lógica de Trabalho Remota	25
Figura 2.3 — Unidade Lógica de Trabalho Distribuída	26
Figura 2.4 — Remoto Distribuído	26
Figura 2.5 — Modelo centralizado de dados	27
Figura 2.6 — Modelo fragmentado de dados	27
Figura 2.7 — Modelo mestre/escravo	28
Figura 2.8 — modelo simétrico	29
Figura 2.9 — Preservação da semântica transaccional na replicação	35
Figura 3.1 — A informação move-se no sentido publicação/subscrição	42
Figura 3.2 — Componentes principais da replicação do SQL Server	44
Figura 3.3 — Publicação/Subscrição bidireccional	47
Figura 4.1 — Estrutura do Sistema global para a Solução A	57
Figura 4.2 — Estrutura do Sistema global para a Solução B	58
Figura 4.3 — Estrutura geral do sistema Bolsa Imobiliário — Solução A	59
Figura 4.4 — Estrutura geral do sistema Bolsa Imobiliário — Solução B	62
Figura 5.1 — Dependências entre as bases dados dos imóveis "S" e "K" e as bases de dados de distribuição "D" e "DK"	68
Figura 5.2 — Principais Grupos de Informação na base dados "S"	71
Figura 5.3 — Grupos de Informação Global dos imóveis	71
Figura 5.4 — Tabelas dos promotores	72
Figura 5.5 — Tabelas de localização geográfica	73
Figura 5.6 — Tabelas de localização para pesquisa de imóveis	74
Figura 5.7 — Grupos Informação Imóveis	75
Figura 5.8 — Tabelas de conteúdos	76
Figura 5.9 — Tabela de empreendimentos	77
Figura 5.10 — Tabelas tipos de imóveis	79
Figura 5.11 — Tabela "IMO_A_Tipo_contacto"	79
Figura 5.12 — Tabelas "IMO_A_Tipo_Area" e "IMO_A_Estado"	80
Figura 5.13 — Tabelas "IMO_A_Tipo_Conteudo_Texto" e "IMO_A_Tipo_Conteudo_Imagem"	80
Figura 5.14 — Tabela "IMO_A_Tipo_Imovel"	80
Figura 5.15 — Tabelas "IMO_A_Divisao" e "IMO_A_Agrupa_Divisooes"	81
Figura 5.16 — Tabela "IMO_A_Enq_Loja"	81
Figura 5.17 — Tabelas "IMO_A_Moeda", "IMO_A_Tipo_Preco" e "IMO_A_Finalidade"	82
Figura 5.18 — Tabelas "AUX_Ret_Status" e "AUX_Ret_Tabs"	82
Figura 5.19 — Tabelas "IMO_A_Configs" e "SIM_A_Configs"	83
Figura 5.20 — Tabela "IMO_Publicidade"	83
Figura 5.21 — Tabela "AUX_Bin_Data"	83
Figura 5.22 — Tabelas para contactos, "IMO_Contactos", "IMO_Contactos_Imovel" e "IMO_Contactos_Empreendimento"	84
Figura 5.23 — Tabela de eventos "IMO_Eventos" e de configurações "KSK_A_Configs"	85
Figura 5.24 — Tabelas auxiliares "MSsubscriber_status" e "MSsubscriber_info"	88
Figura 5.25 — Estrutura actual das tabelas de armazenamento das transacções a replicar	89
Figura 5.26 — Tabela "MSlast_job_info" para controlo dos identificadores de job já replicados	90
Figura 5.27 — Tabelas de armazenamento das transacções a replicar — JV	91
Figura 6.1 — Diagrama dos componentes de processamento	97
Figura 6.2 — Diagrama de interacção para a replicação de dados bidireccional	101
Figura 6.3 — Excerto do procedimento de limpeza "sp_replcleanup"	103
Figura 7.1 — Estrutura das aplicações no sistema central e nos quiosques	107

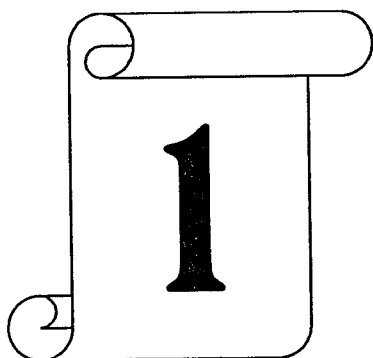
Figura 7.2 — Ecrãs Aplicação Gestor, exemplo 1	108
Figura 7.3 — Ecrãs Aplicação Gestor, exemplo 2.....	108
Figura 7.4 — Ecrã Aplicação Gestor, exemplo 3	109
Figura 7.5 — Ecrã Aplicação Carregamento Imóveis, exemplo 1.....	109
Figura 7.6 — Ecrã Aplicação Carregamento Imóveis, exemplo 2.....	110
Figura 7.7 — Ecrã Aplicação Carregamento Imóveis, exemplo 3.....	110
Figura 7.8 — Ecrã Aplicação <i>Enterprise Manager</i> , exemplo 1	111
Figura 7.9 — Ecrã Aplicação <i>Enterprise Manager</i> , continuação do exemplo 1	111
Figura 7.10 — Evolução dos Contactos Introduzidos pelos Utilizadores do Sistema	112
Figura 7.11 — Toques de 1º ecrã dos quiosques	113
Figura 7.12 — Ecrã Inicial da Aplicação Imobiliário	114
Figura 7.13 — Ecrãs Aplicação Imobiliário para introdução de critérios	114
Figura 7.14 — Ecrãs Aplicação Imobiliário com resultados da pesquisa de imóveis, exemplo 1	114
Figura 7.15 — Ecrãs Aplicação Imobiliário, com resultados da pesquisa de imóveis, exempló 2	115
Figura 7.16 — Ecrãs Aplicação Imobiliário, localização de imóvel e entrada de contactos.....	115
Figura 7.17 — Ecrãs Aplicação de Simulação para introdução de critérios, exemplo 1.....	115
Figura 7.18 — Ecrãs Aplicação de Simulação para introdução de critérios, exemplo 2.....	116
Figura 7.19 — Ecrã Aplicação de Simulação, resultado de simulação	116

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 — Tipo de acesso a dados no quiosque.....	39
Tabela 2.2 — Tipo de acesso a dados no sistema central.....	39
Tabela 2.3 — Tipo de acesso a dados do serviço de distribuição.....	39
Tabela 5.1 — Papel das bases de dados na replicação	86

Lista de Abreviaturas

ACID	Propriedade atribuída a transacções que se podem realizar num DBMS. Estas siglas significam: a operação é Atómica, os dados ficam Consistentes, a actividade é Isolada e os resultados são Duráveis.
API	<i>Application Programming Interface</i> — Definição lógica de um interface que permite “dialogar”, no ponto de vista da programação, com um determinado conjunto de funções disponibilizadas por um determinado pacote de software.
ASP	<i>Active Server Pages</i> — Linguagem estruturada que permite a criação de interactividade usando HTML. A interactividade traduz-se pela execução remota de comandos, no servidor com o serviço Web.
ATM	<i>Automatic Bank Teller Machine</i> — Corresponde a um tipo específico de quiosque, onde se realizam algumas operações bancárias, mais conhecidos por caixas Multibanco.
DBMS	<i>Data Base Management System</i> — Sistema de software de gestão de bases de dados. Software específico, responsável pela organização e manipulação de informação. Quando essa organização é relacional, designa-se pelas siglas RDBMS.
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> — Linguagem estruturada estática, composta por marcas que permitem a execução de comandos de formatação.
LUW	<i>Logical Unit of Work</i> — Unidade lógica de trabalho, que corresponde a uma transacção em software constituída por uma sequência de uma ou mais declarações de manipulação de dados.
ODBC	<i>Open Data Base Connectivity</i> — Software intermédio que permite separar a dependência de conexão por software, entre aplicações Cliente e Gestores de Bases de Dados.
OLAP	<i>OnLine Analytic Processing</i> — Definição de um conjunto de princípios gerais que proporcionam uma base de trabalho para suporte à decisão.
OLTP	<i>OnLine Transaction Processing</i> — Descrição das actividades que são realizadas na introdução fiável de dados, num gestor de recursos.
SQL	<i>Structured Query Language</i> — Linguagem estruturada especializada na manipulação de informação em sistemas DBMS.
UML	<i>Unified Modeling Language</i> — Linguagem formal que permite a criação de modelos de sistemas genéricos. Faz uso de vários tipos de diagramas gráficos que descrevem formas e comportamentos desses sistemas, segundo uma metodologia orientada a objectos.
Web	Representa um serviço disponibilizado para a rede, que recorre à interpretação de ficheiros em HTML, para divulgação de informação ou para interacção com essa informação. O serviço também conhecido por <i>World Wide Web Site</i> .



Introdução

A divulgação de informação em geral, ou de bens e serviços, para além das vias clássicas, pode também usar uma rede de quiosques multimédia. Cada quiosque disponibiliza uma interface para utilização, no qual se pode recolher informação sobre potenciais interessados na compra desses serviços ou bens. A colocação estratégica desses quiosques (distribuída por locais afastados) é um factor determinante na forma como se pode impulsionar, ou divulgar melhor, um determinado negócio.

A implementação de uma rede de quiosques multimédia é possível tendo em conta os recursos tecnológicos actualmente disponíveis, nomeadamente: sistemas distribuídos, comunicações e replicação de informação.

Para além das questões tecnológicas, há que ter em atenção a dinâmica que um sistema deste tipo envolve, principalmente a manutenção, devido à necessidade de actualizações constantes dos dados e aplicações. A manutenção do software nos quiosques, por razões logísticas, deverá ser realizada remotamente. O software instalado em cada quiosque deverá permitir uma adaptação adequada a cada situação de negócio, sem que para isso exista a necessidade de um técnico especializado se deslocar ao local para mudar software e configurações.

1.1 Objectivos e Contribuições

Esta dissertação constitui um contributo ao estudo, projecto e criação de um sistema de software que faz a propagação de informação e aplicações para quiosques multimédia.

A implementação deste sistema permitiu analisar e tecer algumas considerações sobre o comportamento da tecnologia de replicação disponibilizada pelo fabricante Microsoft no âmbito do SQL Server. Para tal, foram analisados dois contextos distintos: uma rede pequena, com poucas dezenas de quiosques, e uma rede grande, com centenas de quiosques.

Com estes dois contextos foi possível avaliar a escalabilidade do sistema de replicação do SQL Server.

Esta dissertação contribuiu para a identificação do problema de escalabilidade que o sistema de replicação do SQL Server da Microsoft apresentou, para um número elevado de quiosques em rede, tendo como base um sistema real. O problema encontrado está na estrutura das tabelas que dão suporte ao sistema de replicação do SQL Server, com consequentes implicações nos processos que usam estas tabelas.

1.2 O caso de estudo

O caso de estudo que serviu para a avaliação da referida tecnologia de replicação, designa-se por: Sistema Bolsa Imobiliário.

A rede de quiosques que constitui o sistema é composta por um ou mais servidores e por vários quiosques distribuídos geograficamente. Os servidores constituem o sistema central, onde a informação é processada e propagada para os quiosques. Os quiosques distribuídos geograficamente estão em locais onde os utilizadores, o público em geral, visualizam a informação pretendida, usando uma ou mais aplicações multimédia. É dada a possibilidade ao utilizador, de introduzir informação junto do quiosque.

O sistema implementado permite a replicação de dados e de aplicações para os vários quiosques, onde correm as aplicações multimédia que mostram a informação. Por outro lado, os quiosques recebem informação introduzida pelos utilizadores que depois é replicada para o sistema central e processada.

1.3 Aplicabilidade

O uso de quiosques multimédia tem tido um papel importante na forma de interagir com público em geral, fornecendo, e nalguns casos, recebendo informação desse público.

Um exemplo de quiosque é a caixa Multibanco — ATM — apresentando nos dias de hoje uma utilização generalizada pelo público e com uma densidade geográfica que tem vindo a crescer desde 1986 [9]. O quiosque em si não apresenta informação multimédia, apenas recorre a um interface gráfico amigável que permite a execução de algumas transacções bancárias, sendo com certeza a mais comum, o acto de levantar dinheiro. Este sistema global é composto por um sistema central, de onde são entregues as transacções respectivas aos bancos aderentes ao sistema, que depois se efectivam nas respectivas contas bancárias dos utilizadores. Para o sistema funcionar, o quiosque depende de um canal de comunicação que o liga a um servidor local ou regional, para onde “despeja” as transacções entretanto realizadas no mesmo.

Um exemplo de quiosque multimédia é o da Bolsa Imobiliário, já que o mesmo apresenta informações (conteúdos) sob a forma de imagens e textos, de vários tipos de imóveis. A bolsa de Imóveis é actualizada diariamente num sistema centralizado, com informação proveniente dos vários mediadores Imobiliários aderentes do sistema. Por sua vez, o utilizador que consulta a bolsa de imóveis no quiosque, tem a possibilidade de deixar o seu contacto (nome, disponibilidade e nº de telefone) com o objectivo de, no dia seguinte ou seguintes, vir a ser contactado pela mediadora e ser alvo de um atendimento personalizado em função do interesse manifestado aquando da consulta no quiosque. Como se poderá deduzir imediatamente, para que o sistema global funcione, o quiosque também depende de um canal de comunicação que o liga a um servidor local ou regional, para onde “despeja” os contactos e de onde recebe os dados dos imóveis.

Outros exemplos de quiosques multimédia se poderiam referir ou idealizar, em que a actualização dos mesmos, poderá existir sobre um canal de comunicação e um sistema centralizado, ou sob a forma de actualizações manuais junto do mesmo ou até, no caso mais desfavorável, não dispor de nenhum sistema de suporte à actualização da informação apresentada.

Independentemente do serviço prestado no quiosque, as aplicações que lá poderão correr são inúmeras. Mas, a filosofia do sistema será sempre esta: o quiosque terá de ser suficiente autónomo para disponibilizar o serviço pretendido, que periodicamente se liga a um sistema centralizado que lhe fornece as actualizações da informação visualizada e que por outro lado recebe eventuais informações depositadas pelo utilizador visitante.

O trabalho descrito nesta dissertação teve como base de estudo o sistema atrás referido, Bolsa Imobiliário, segundo um projecto concebido e desenvolvido para a Caixa Geral de Depósitos, com direcção técnica do autor.

1.4 Motivação

Trata-se de um sistema que contém uma bolsa de imóveis de vários tipos, andares, escritórios, lojas, moradias e terrenos, que dependendo dos casos, se enquadram em empreendimentos ou como imóveis isolados. A informação proveniente das mediadoras imobiliárias aderentes ao sistema é introduzida no sistema recorrendo a um interface Web desenvolvido para o efeito. Desta forma, várias mediadoras, poderão carregar em simultâneo a sua respectiva informação e de qualquer ponto da Internet, mediante um login no portal Web. Quando é necessário fazer alterações na informação carregada, as mediadoras informam o operador do sistema dessas alterações, que usa uma aplicação de gestão da informação no sistema central.

Cada quiosque configurado no sistema, a uma hora programada do dia, liga-se via RDIS a um servidor do sistema central e estabelece um canal de comunicação com o mesmo. Recebe as actualizações e envia os contactos e as estatísticas.

Com este sistema, o público em geral tem acesso a um conjunto vasto de informação sobre imóveis, de qualquer ponto geográfico do país ou até mesmo do mundo. Se um utilizador deixar o seu contacto, poucos dias mais tarde é contactado pela respectiva imobiliária que promove o imóvel que o utilizador mostrou interesse em conhecer. A informação disponibilizada no quiosque engloba a localização geográfica, ao nível da freguesia, características do imóvel, plantas e fotografias de interior e exterior do mesmo, ou em alternativa fotos da maqueta quando ainda em projecto. Ao mesmo tempo, já que o financiador do projecto é uma entidade bancária, e no interesse de atrair novos contractos de crédito à habitação, existe um simulador de crédito que apresenta os custos associados ao crédito para habitação mediante a inquirição de alguns parâmetros ao utilizador. Tudo isto num ambiente gráfico bastante apelativo.

A implementação deste sistema apresentou alguns desafios, nomeadamente ao nível da replicação, comunicações e manutenção remota do software nos quiosques. Um dos aspectos mais inovador a salientar é o facto de aproveitar o mecanismo de replicação de dados para fazer a propagação de actualizações de aplicações. Desta forma, evita-se a intervenção de um técnico junto do quiosque.

1.5 Estrutura da Tese

Esta dissertação encontra-se dividida em oito capítulos.

Neste primeiro capítulo — Introdução — são apresentados os objectivos a que este trabalho esteve orientado e qual a contribuição mais importante. É apresentado uma breve síntese do caso de estudo que serviu para a demonstração e avaliação dos resultados. Qual a aplicabilidade que o sistema em estudo tem, principalmente na sua interacção com o público em geral, nomeadamente a promoção, venda ou aluguer de produtos. Embora o caso de estudo seja um sistema que contém informação sobre imóveis, a filosofia do mesmo poderá ser aplicada em sistemas cujo conteúdo pode ser totalmente diferente.

No segundo capítulo — Enquadramento Tecnológico — para que o leitor consiga perceber qual o enquadramento do estudo aqui apresentado, são apresentados os conceitos gerais relacionados com sistemas distribuídos e a relação com o sistema Bolsa Caixa Imobiliário, o que é a unidade lógica de trabalho, que tipos de acessos a dados existem, quais as formas de fazer a distribuição de informação. Como o objecto de estudo nesta dissertação é o desempenho de um sistema que usa a replicação de dados e aplicações, este capítulo é importante para que o leitor também perceba quais as

funcionalidades gerais que um sistema de replicação deverá suportar, que tipos de replicação existem e formas de implementar a replicação.

No terceiro capítulo — Replicação em SQL Server — descreve-se a implementação da replicação do pacote de software de gestão de bases de dados relacionais SQL Server. São apresentadas as características principais, seus componentes e as capacidades disponíveis no SQL Server, relativamente à replicação de informação. No final do capítulo é feito o enquadramento deste subsistema de replicação com os modelos teóricos apresentados no capítulo 2.

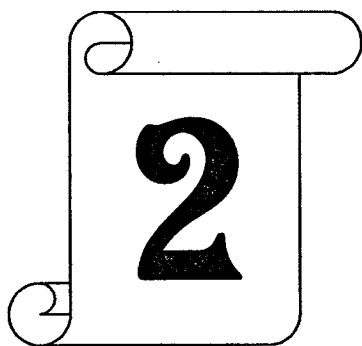
No quarto capítulo — Estrutura do Sistema Bolsa Imobiliário — são apresentadas as funcionalidades gerais e específicas dos vários constituintes do sistema Bolsa Imobiliário. São apresentadas as medidas que foram tomadas para aumentar a fraca escalabilidade que o subsistema de replicação SQL Server apresenta para um número elevado de subscritores. É explicado o fluxo da informação replicada entre o servidor principal, servidores de distribuição e quiosques.

No quinto capítulo — Estruturas de dados do Sistema Bolsa Imobiliário — são apresentadas as estruturas de dados que constituem as bases de dados que dão suporte ao funcionamento do sistema Bolsa Imobiliário, incluindo a estrutura de suporte para a replicação de informação. São identificados problemas na estrutura de suporte à replicação de informação, que condicionam a existência de um número elevado de quiosques, e apresentada uma alternativa à estrutura original. Neste capítulo, as figuras que ilustram as estruturas de dados seguem a representação em UML.

No sexto capítulo — Processamento no Sistema Bolsa Imobiliário — são descritos os processos relacionados com o funcionamento geral do sistema e os processos relativos ao funcionamento da replicação. É referida a configuração da replicação no SQL Server, tendo em conta o sistema Bolsa Imobiliário. Neste capítulo são referidos os processos envolvidos na limpeza de informação, quer informação dos imóveis, quer informação da replicação. É descrito o processo utilizado para replicação de aplicações.

No sétimo capítulo — Exploração do Sistema Bolsa — são apresentadas fotografias dos ecrãs mais significativos das várias aplicações que constituem o sistema Bolsa de Imóveis. Pretende ser um “retrato postal” do ambiente que se vive junto do sistema real.

No oitavo capítulo — Conclusões — são apresentadas as considerações e conclusões finais a que esta dissertação se prestou.



Enquadramento Tecnológico

As informações apresentadas neste capítulo, assentam essencialmente na experiência que o autor da bibliografia [2] demonstra ter na área da replicação de informação em sistemas distribuídos. Assunto directamente relacionado com a implementação do sistema Bolsa Imobiliário, constituindo assim a sua fundamentação teórica.

2.1 Introdução

O termo “replicação” corresponde ao acto de reproduzir processos ou dados em ambientes computacionais distribuídos. A grosso modo, pode-se dizer que, a replicação, é uma cópia. Mas, a replicação será algo mais do que fazer uma simples cópia de um determinado objecto. Na sua essência, a replicação de dados ou processos, será um serviço de gestão de cópias.

2.2 Sistemas Distribuídos

Os sistemas que tendem a serem puramente distribuídos apresentam as seguintes características:

- Componentes remotos. Os componentes de um sistema estão espalhados por vários locais físicos.
- Concorrência. Vários componentes do sistema são executados simultaneamente.
- Isolamento de falhas. Vários componentes do sistema podem falhar, independentemente dos restantes.
- Mistura de tecnologias heterogéneas. O ambiente normalmente é composto por várias tecnologias que vão lentamente mudando ao longo do tempo.
- Mobilidade dos componentes. Recursos, nós de processamento e utilizadores são fisicamente móveis.
- Eventos de natureza assíncrona. Não pode ser assumido que alterações relacionadas, ocorram num mesmo intervalo de tempo.
- Estado global do sistema impreciso. O estado global de um sistema distribuído não pode ser determinado com precisão.

Das características fundamentais apresentadas, que definem um sistema distribuído, nem todas tiveram aplicação no trabalho aqui desenvolvido, nomeadamente a mistura de tecnologias heterogéneas e a mobilidade dos componentes. Analisando a estrutura do sistema estudado, ver a descrição apresentada no capítulo 4 — Estrutura do Sistema Bolsa Imobiliário, facilmente se conclui que o mesmo não é puramente distribuído. Embora a informação esteja distribuída geograficamente, a mesma não circula entre os nós representados por quiosques. A informação da bolsa de imóveis parte de um nó raiz, assim como a informação proveniente do utilizador que também parte de uma raiz, mas

com a diferença de existir uma por cada quiosque, que se junta no sistema central que é vista como um todo.

2.3 A unidade lógica de trabalho

A unidade lógica de trabalho (transacção em software), é uma sequência de uma ou mais declarações de manipulação de dados, que juntas formam uma unidade de recuperação (LUW). A manipulação de dados engloba os comandos inserção (*insert*), apagamento (*delete*), actualização (*update*) e de leitura (*select*). Independentemente do número de comandos que compõe uma determinada unidade lógica de trabalho, o resultado da sua execução apenas tem duas possibilidades:

- Execução com sucesso (todos os comandos são executados);
- Execução sem sucesso (todos os comandos são abortados).

Isto é um cenário de tudo ou nada. É o mesmo que dizer que, uma unidade lógica de trabalho obriga a que um gestor de base de dados passe de um estado consistente para outro estado consistente. Conforme já referido anteriormente, a unidade lógica de trabalho apresenta as propriedades ACID, devido ao modelo transaccional que lhe está intrínseco.

Uma transacção em software ou uma unidade lógica de trabalho é validada (*committed*) quando todas as declarações que a compõe terminaram com sucesso. O mesmo será dizer que, nos DBMS, a transacção é validada quando todos os comandos de manipulação de dados terminarem com sucesso. Todas as alterações produzidas pela transacção tornam-se permanentes.

2.4 Tipos de acessos a dados

O acesso a dados num sistema distribuído é parte integrante de uma arquitectura do tipo cliente/servidor, onde os dados e os processos estão distribuídos pelos clientes e servidores. Numa arquitectura cliente/servidor, existe uma aplicação ou serviço que se liga a um sistema de gestão de base de dados relacional (RDBMS) que utiliza uma linguagem estruturada (SQL) para pesquisar, actualizar, ou apagar dados nesse sistema de gestão.

Existem quatro tipos de acessos a dados: remoto simples, LUW remoto, LUW distribuído, remoto distribuído.

2.4.1 Pedido Remoto

Um pedido remoto, consiste num acesso de uma aplicação cliente ou serviço a um gestor de base de dados (DBMS), que executa um comando SQL para ler, actualizar ou apagar dados. O comando SQL constitui a unidade lógica de trabalho. Num ambiente cliente/servidor isto corresponde a um cliente a solicitar ao servidor remoto um pedido de manipulação de dados, conforme ilustrado na Figura 2.1.

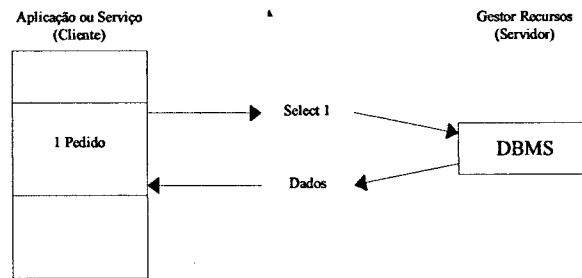


Figura 2.1 — Pedido Remoto

2.4.2 LUW remoto

O método LUW remoto, consiste num acesso de uma aplicação cliente ou serviço a um gestor de base de dados (DBMS), que executa vários comandos SQL para ler, actualizar ou apagar dados, pertencentes à mesma unidade lógica de trabalho. Num ambiente cliente/servidor isto corresponde a um cliente a solicitar ao servidor remoto um conjunto de vários pedidos de manipulação de dados nesse mesmo servidor, conforme ilustrado na Figura 2.2. Se o servidor garantir as propriedades ACID da grande transacção, e se algo correr mal, todas as operações elementares efectuadas são desfeitas até ao estado anterior de consistência.

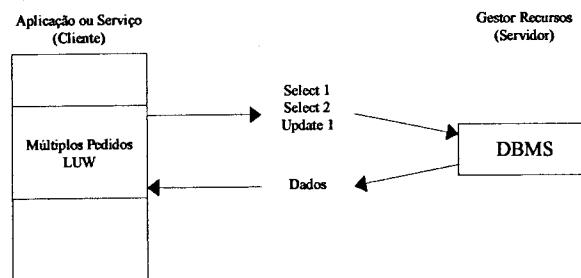


Figura 2.2 — Unidade Lógica de Trabalho Remota

2.4.3 LUW distribuído

O método LUW distribuído, consiste num acesso de uma aplicação ou serviço a vários gestores de base de dados (DBMS), que executa vários comandos SQL para ler, actualizar ou apagar dados, enquadrados numa unidade lógica de trabalho. Num ambiente cliente/servidor isto corresponde a um cliente a solicitar a vários servidores remotos um conjunto de vários pedidos de manipulação de dados em cada um desses servidores, conforme ilustrado na Figura 2.3. A grande transacção ou transacção distribuída por vários gestores de base de dados, deverá garantir as propriedades ACID. Porque se algo correr mal em qualquer um dos gestores de base de dados, todas as transacções efectuadas em todos os gestores de base de dados envolvidos, são desfeitas até ao estado anterior de consistência de cada um deles.

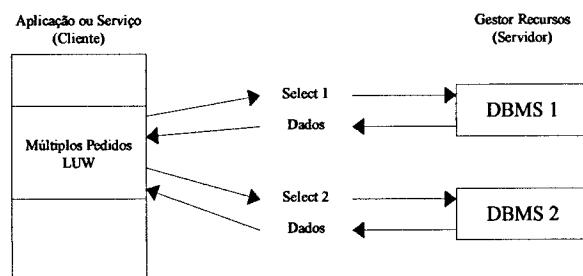


Figura 2.3 — Unidade Lógica de Trabalho Distribuída

2.4.4 Remoto Distribuído

O método remoto distribuído, consiste num acesso de uma aplicação ou serviço a múltiplos gestores de base de dados (DBMS), que apenas vê um gestor de base de dados, que executa um comando SQL para ler, actualizar ou apagar dados que se encontram distribuídos por vários gestores de base de dados. Corresponde a uma transacção distribuída na qual cada pedido pode referenciar dados residentes em múltiplos locais. Os gestores de base de dados podem estar em qualquer lado e o comando SQL constitui a unidade lógica de trabalho que por sua vez deverá manter as propriedades ACID. Num ambiente cliente/servidor isto corresponde a que a aplicação ou serviço cliente faça manipulação de uma forma transparente (para a mesma unidade lógica de trabalho), dos dados que estão espalhados por vários gestores de base de dados, conforme ilustrado na Figura 2.4.

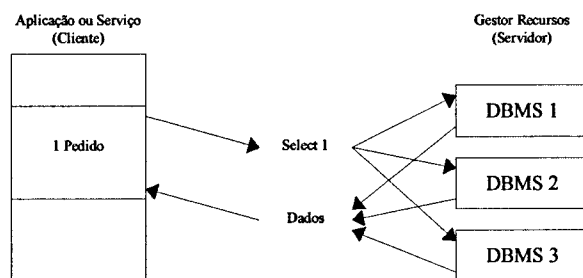


Figura 2.4 — Remoto Distribuído

2.5 Alternativas à distribuição de dados

Existem duas alternativas à distribuição de dados: armazenamento de dados sem redundância e armazenamento de dados com redundância.

O modelo centralizado e o modelo fragmentado, adaptam-se ao armazenamento de dados sem redundância.

O modelo mestre/escravo e o modelo replicação simétrica, adaptam-se ao armazenamento de dados com redundância.

2.5.1 Modelo Centralizado

O modelo centralizado não envolve distribuição de dados. Toda a informação é armazenada num gestor de base de dados centralizado que pode ser acedido localmente ou remotamente por várias aplicações ou serviços. Este modelo caracteriza-se essencialmente por apenas existir uma cópia da informação e a actualização da mesma ser simples.

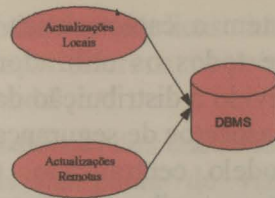


Figura 2.5 — Modelo centralizado de dados

A grande vantagem é que a informação está sempre consistente e actualizada e todos os utilizadores vêm sempre exactamente a mesma informação. O controlo, a manutenção e os mecanismos de segurança também se encontram simplificados. No entanto, as grandes desvantagens deste modelo é que caso exista uma falha no sistema, todas as aplicações ou serviços deixam de funcionar, e a carga a que o sistema poderá estar sujeito em determinados momentos (processamento elevado e débito elevado de informação na rede).

2.5.2 Modelo Fragmentado

O modelo fragmentado é equivalente ao modelo centralizado mas com os dados distribuídos. A informação é distribuída por vários gestores de base de dados, sem existir duplicação da mesma, excepto as chaves primárias, cujas aplicações ou serviços acedem localmente ou remotamente. Esta distribuição é conseguida por subdivisão horizontal ou vertical dos dados nas tabelas. A divisão horizontal é feita por linhas nas tabelas e a divisão vertical é feita por colunas.

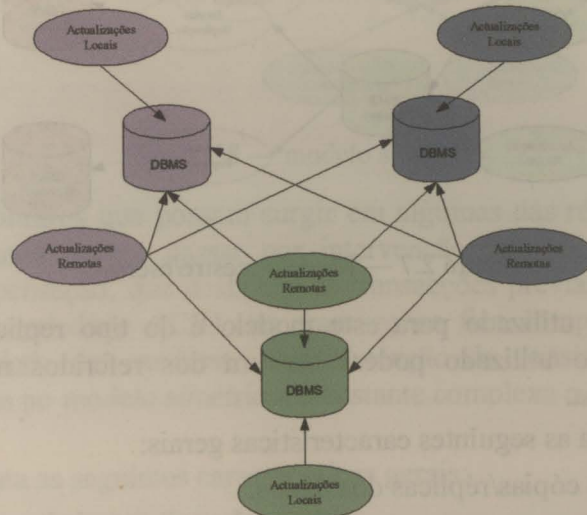


Figura 2.6 — Modelo fragmentado de dados

Tal como no modelo centralizado, o uso da informação pode ser feita localmente ou remotamente. No entanto, a informação está subdividida (distribuída) por vários locais distintos. A informação está distribuída, mas que globalmente continua a existir apenas uma cópia dessa informação.

Embora os dados referentes a um mesmo objecto de informação possam estar repartidos por vários locais, a informação em si continua a ser única, porque não existe redundância. Existirá duplicação de informação apenas ao nível de chaves primárias quando a divisão das tabelas é vertical, devido à necessidade de manter a coerência dos dados espalhados por vários locais.

O modelo fragmentado também tem a característica de a informação estar sempre consistente e actualizada, em que todos os utilizadores vêm sempre exactamente a mesma informação. No entanto, devido à distribuição da informação por vários sistemas de armazenamento, o controlo, os aspectos de segurança e manutenção são ligeiramente mais complexos do que no modelo centralizado. Quanto à tolerância a falhas, globalmente este modelo comporta-se melhor, uma vez que a informação se encontra distribuída.

A utilização da rede é reduzida e a carga nos sistemas também, mas obriga a que a disponibilidade da rede seja maior, para que o acesso remoto funcione.

2.5.3 Modelo Mestre/Escravo

O modelo mestre/escravo caracteriza-se pela existência de um sistema como fonte primária de informação (mestre) e de um ou mais sistemas que recebem uma réplica dessa informação (escravos). Os dados residentes nas tabelas podem ser replicados para os sistemas alvo, na totalidade ou por subdivisão dos mesmos (horizontalmente ou verticalmente). A informação é transferida para as várias réplicas, criando redundância de informação, no entanto as actualizações dessa informação apenas ocorre na fonte primária. Existirá sempre um período de latência entre a informação actualizada na fonte primária e os sistemas alvo. Toda a actividade de actualização, para um determinado conjunto de dados e para uma dada réplica, ocorre num tempo determinado.

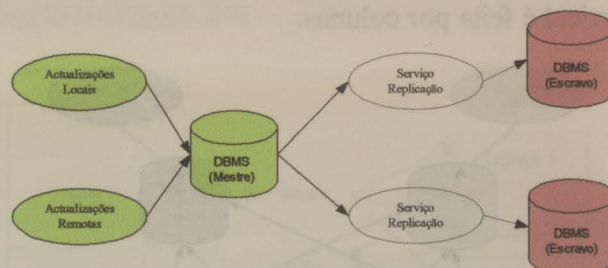


Figura 2.7 — Modelo mestre/escravo

O tipo de replicação utilizado para este modelo é do tipo replicação assíncrona. O método de replicação utilizado poderá ser um dos referidos no ponto 2.10.2 — Replicação Assíncrona.

Este modelo apresenta as seguintes características gerais:

- Existem múltiplas cópias/réplicas dos dados.
- A actualização dos dados ocorre apenas na fonte primária (DBMS Mestre).
- Todas as réplicas (DBMS Escravo) são consideradas apenas para “leitura” de dados, cuja consistência é mantida por meio de um serviço de replicação assíncrono.

2.5.4 Modelo Simétrico

No modelo simétrico, também conhecido por *update-anywhere*, não existe uma fonte primária de informação específica. Qualquer réplica no sistema global é uma potencial fonte de informação para as outras réplicas em qualquer altura. Neste modelo, a replicação da informação poderá ser síncrona ou assíncrona.

Na replicação síncrona, a consistência dos dados em todas as réplicas é conseguida através do uso do protocolo *two-phase commit*, que garante que todas as alterações

ocorrem sincronamente em todas as réplicas intervenientes, recorrendo a uma transacção distribuída. Na replicação síncrona, as propriedades ACID definidas para os sistemas transaccionais, é preservada.

Na replicação assíncrona, a consistência dos dados está comprometida pelo facto de as transacções não serem isoladas do ponto de vista global, a propriedade I das propriedades ACID não é preservada. Embora a transacção executada em cada réplica seja Isolada, não existe nenhuma garantia de que as transacções que se executam paralelamente nas várias réplicas, estejam a ser aplicadas a um estado mais actual da base de dados. Não existe um histórico sequencial das transacções executadas. Nem sempre é possível a identificação de quem passou a base de dados do estado s para o estado $s+1$.

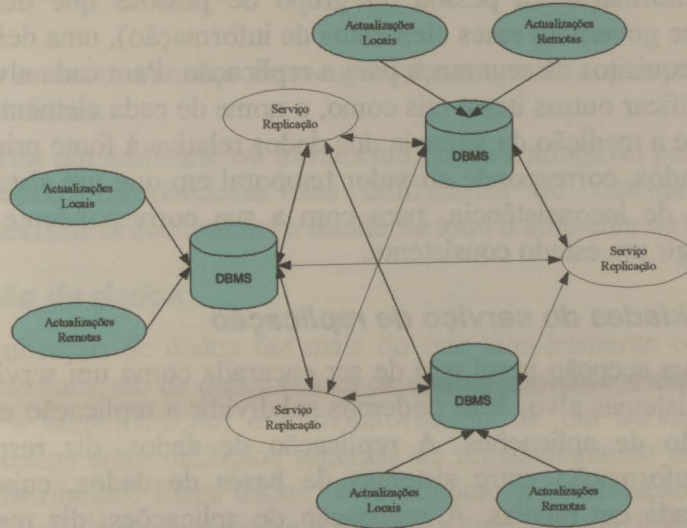


Figura 2.8 — modelo simétrico

Neste cenário, os conflitos que possam surgir em algumas das réplicas e a detecção e reparação dos mesmos poderá passar por intervenção manual, ou pela geração de transacções de compensação, que desfazem as transacções previamente executadas. Só por este facto, a propriedade ACID das transacções fica comprometida no que diz respeito à Durabilidade das mesmas. A manutenção da consistência dos dados na replicação assíncrona no modelo simétrico, é bastante complexa e os conflitos são muito difíceis de evitar.

Este modelo apresenta as seguintes características gerais:

- Existem múltiplas cópias/réplicas dos dados.
- A propriedade dos dados e a facilidade de actualização dos mesmos, está partilhada por várias réplicas. Não existe o conceito de mestre ou de fonte primária.
- A consistência dos dados é mantida por meio do uso da replicação síncrona (usando o protocolo *two-phase commit* entre todas as réplicas envolvidas) ou por meio do uso da replicação assíncrona que incorpore mecanismos de detecção e resolução de conflitos.

2.6 Replicação no sentido lato

Actualmente não existem standards na área da replicação de dados ou processos. Assim, das soluções que vários produtores de software apresentam, aparecem várias definições,

características, ou funções próprias. Também entre eles, as arquitecturas dos seus sistemas de replicação da informação, são distintas.

O termo – replicação de dados – identifica-se como sendo a manutenção automática de réplicas de tabelas, num ambiente distribuído. Nesta definição, implica a existência de um processo de confirmações para manter sincronizada a consistência em todas as tabelas.

O serviço de replicação funciona globalmente no sistema Bolsa Caixa Imobiliário, cuja informação nele contida é manipulada e disponibilizada a utilizadores (público em geral) em sistemas designados por quiosques multimédia. No que toca à configuração da replicação, existe informação suplementar sobre as fontes primárias e os alvos de replicação. Nas fontes primárias, é necessário identificar alguns itens, tais como, o proprietário da informação (a pessoa ou grupo de pessoas que definem as regras administrativas que governam esses elementos de informação), uma descrição completa dos conteúdos e requisitos de segurança para a replicação. Para cada alvo de replicação, é necessário identificar outros itens, tais como, o nome de cada elemento de informação na fonte primária e a medição da latência dos dados relativa à fonte primária. A medida da latência dos dados, corresponde ao valor temporal em que um sistema alvo poderá estar num estado de inconsistência, para com a sua correspondente fonte primária, enquanto não atingir um estado consistente.

2.7 Funcionalidades do serviço de replicação

A replicação na sua acepção geral tem de ser encarada como um serviço que interliga sistemas fonte a sistemas alvo. Mas podemos subdividir a replicação em replicação de dados e replicação de aplicações. A replicação de dados, diz respeito à cópia e manutenção da informação entre sistemas de bases de dados, cuja informação se encontra armazenada em tabelas. A replicação de aplicações, diz respeito à cópia e manutenção das aplicações que são executadas em sistemas alvo, que correspondem a ficheiros de vários tipos: executáveis, bibliotecas, de configuração e de dados. Independentemente do tipo de replicação, existe um conjunto de funcionalidades que se deverão ter em conta, dada a natureza do sistema global.

Assim, genericamente um serviço de replicação de dados e de aplicações, deverá proporcionar as seguintes funcionalidades:

- Deverá ser escalável. No que diz respeito à replicação, escalabilidade significa a possibilidade de replicar grandes e pequenos volumes de dados e aplicações, entre sistemas heterogéneos.
- Deverá proporcionar a transformação de dados e correspondência entre serviços. Estes serviços permitem que a estrutura de dados entre a fonte e o destino sejam diferentes, mantendo no essencial, a semântica da informação, no que diz respeito à replicação de dados. Por exemplo, cópias podem ser idênticas ou semanticamente equivalentes. Cópias idênticas terão a mesma plataforma, o mesmo conteúdo informativo e o mesmo tipo de dados. Cópias semanticamente equivalentes terão o mesmo conteúdo informativo mas plataformas diferentes e possivelmente diferente tipo de dados. No que diz respeito à replicação de aplicações, esta funcionalidade não se aplica devido à natureza intrínseca da informação.
- Deverá suportar a replicação de outros tipos de objectos, como é por exemplo a actualização ou instalação das aplicações.
- Deverá suportar os dois modos de replicação. A replicação síncrona (tempo real) e a replicação assíncrona (tempo diferido).

- Deverá proporcionar um mecanismo que descreva os dados e as aplicações a serem replicadas.
- Deverá proporcionar um mecanismo de subscrição dos dados e aplicações disponíveis para replicação.
- Deverá proporcionar um mecanismo de iniciação do sistema que vai receber a replicação, referido às vezes como a fotografia inicial (*snapshot*).
- Deverá suportar a gestão ponto a ponto da segurança e qualidade do serviço. Por exemplo, durante o processo de replicação, o serviço deverá garantir que não existirá corrupção dos dados ou objectos. Isto é, o formato da informação em trânsito, pode mudar, mas não o conteúdo da informação.
- Deverá proporcionar mecanismos que registem todo o esforço aplicado no processo de replicação.
- Deverá suportar um mecanismo de recuperação automática, para determinados tipos específicos de falhas.
- Deverá suportar um ambiente ou ferramenta, gráfica amigável para utilizador. Esta ferramenta deverá proporcionar aos utilizadores do sistema global, toda a informação necessária que traduza o estado de todo o ambiente de replicação.

2.8 Replicação de dados

O serviço de replicação de dados faz mais do que simplesmente copiar dados entre sistemas de armazenamento de dados (bases de dados). Envolve a análise, o desenho, a implementação, a administração, e a monitorização de um serviço que garanta a consistência de dados entre múltiplos sistemas de armazenamento de dados (DBMS), num ambiente distribuído. Estes dados correspondem à informação relacionada com uma determinada actividade de negócio e integrada num sistema, que terá por objectivo principal satisfazer as necessidades de manipulação ou tratamento dessa informação. Poderá ser um sistema para consumo interno de uma determinada empresa, ou poderá ser um sistema que preste um determinado serviço para utilizadores em geral.

Os objectivos principais da replicação de dados são: tornar redundante a informação, espalhando-a por outros sistemas de gestão de dados; aumentar o desempenho global do sistema, repartindo a carga do processamento/consulta a essa informação. Essencialmente a replicação de dados permite descentralizar essa mesma informação por outros sistemas de gestão de dados que servem de suporte à implementação do sistema em causa.

2.9 Replicação de Aplicações

A replicação de aplicações, também envolve a análise, o desenho, a implementação, a administração, e a monitorização de um serviço que garanta a consistência de uma ou mais aplicações, entre os vários recursos distribuídos. Trata-se de uma cópia de ficheiros cujo seu conteúdo poderá variar entre dados a código binário. Segundo a definição anteriormente apresentada (replicação de dados), também se trata de uma cópia de ficheiros de uma forma controlada, daí o termo replicação de aplicações.

Enquanto que na replicação de dados existe o conceito de transacção, na replicação de aplicações existe o conceito de pacote. Um pacote poderá ser do tipo inicial (*setup*) ou do tipo actualização. O pacote inicial é composto essencialmente pelo conjunto de ficheiros que constituem uma determinada aplicação. Este pacote é primeiro instalado no sistema para que a aplicação possa ser executada à posteriori. O pacote actualização

corresponde a uma actualização posterior de ficheiros da aplicação, quer sejam binários, bibliotecas ou dados (diferente dos armazenados em base de dados).

Neste tipo de cópia de ficheiros, há que ter o cuidado de não executar o pacote correspondente, enquanto o mesmo não tiver chegado na totalidade ao sistema alvo. A execução destes pacotes poderá ocasionar a inicialização do sistema, ou apenas a paragem temporária da aplicação que está a ser actualizada.

2.10 Implementação da Replicação

A forma mais sucinta de classificar a implementação da replicação, é distinguir o tempo de latência antes de ser atingida a consistência da informação, nas várias réplicas. Desta forma, a replicação classifica-se em replicação síncrona e assíncrona.

2.10.1 Replicação Síncrona

A replicação síncrona de informação tem como objectivo principal, manter uma consistência muito apertada da informação, entre as várias réplicas. Isto quer dizer que a latência, até que a consistência seja atingida, é zero. A informação em todas as réplicas é sempre a mesma, qualquer que seja a origem da actualização. Isto é apenas conseguido através do uso do protocolo conhecido por *two-phase commit protocol*. Este protocolo permite validar uma actualização de informação (passar de um estado consistente para outro estado consistente), principalmente quando existem mais do que dois sistemas destinatários e processa-se em duas fases, tal como o nome indica. Primeiro a fase de pedido de mudança de estado a todos os sistemas intervenientes, e se houver resposta afirmativa de todos, inicia-se a segunda fase que corresponde à operação de actualização, de forma a garantir que todos os sistemas terminam num estado também consistente.

O processo de replicação síncrona de dados pode ser proporcionado pelo sistema de software de gestão da base de dados ou pelo gestor/monitor de processamento de transacções. Em qualquer um dos casos, a actividade de actualização, inserção ou apagamento de informação, ocorre como sendo uma LUW. Esta unidade lógica corresponde a uma transacção do tipo tudo ou nada, associada à propriedade ACID.

Os gestores transaccionais administram e controlam recursos transaccionais num servidor local, ou em múltiplos servidores distribuídos. Eles incluem a capacidade de cooperar com outros gestores transaccionais em arranjos federativos, permitindo assim a gestão global de transacções entre gestores de base de dados heterogéneos. Quando a gestão global de transacções é usada para implementar a replicação síncrona de dados, a consistência dos mesmos nas réplicas participantes é mantida em tempo real. Qualquer utilizador com os devidos privilégios de acesso, pode realizar transacção síncrona de actualização de informação, que todas as réplicas participantes também serão actualizadas no momento.

2.10.1.1 Quando se deve usar a replicação síncrona

Sempre que uma determinada actividade exija que a informação seja consistente em tempo real, entre os n homogéneos ou heterogéneos sistemas, a replicação terá de ser do tipo síncrona.

Devido à natureza síncrona deste tipo de replicação, deve-se ter em consideração alguns aspectos críticos relacionados com o desenho e com as infra-estruturas necessárias. As questões relacionadas com as infra-estruturas estão intimamente ligadas ao suporte físico efectivo necessário para suportar este tipo de replicação. Através do entendimento

profundo dos conceitos subjacentes associados a cada questão, o desenho e implementação de um ambiente de replicação síncrona é relativamente directo. Estas questões incluem o seguinte:

- Garantir durante o desenho do sistema, que as transacções se reflectam em unidades de recuperação, na perspectiva de uma actividade real. A tradução de um evento de uma actividade real (actividade transaccional do negócio) na correspondente transacção ou transacções em software é provavelmente a tarefa mais crítica no desenho da aplicação. É esta transacção em software que liga a aplicação cliente a um ou mais servidores. Esta demarcação transaccional define a unidade de recuperação e de consistência dentro do sistema cliente/servidor.
- Garantir uma infra-estrutura de suporte robusta. A actualização de informação em múltiplos locais, no contexto da unidade lógica de trabalho, assume que existem as condições de acessibilidade e segurança de todos os componentes de gestão dos recursos, incluindo uma infra-estrutura de rede que proporcione uma largura de banda apropriada e com encaminhamento alternativo. Com recursos de rede apropriados, garante-se que o tempo de bloqueio de itens na base de dados é mantido no mínimo, optimizando assim a concorrência de dados em cada gestor de base de dados. Numa transacção distribuída — uma transacção que actualiza informação em mais do que um gestor de base de dados — cada gestor de base de dados mantém bloqueados os seus respectivos itens. Cada gestor de bloqueios pode decidir se concede bloqueios ou faz esperar o pedido transaccional. Pode também não libertar um bloqueio até que conheça se a transacção em curso, foi executada ou abortada em todos os outros servidores envolvidos na transacção. Quando o mecanismo de bloqueio é usado no controlo concorrencial, os itens de dados mantêm-se bloqueados e indisponíveis para outras transacções, durante o processo de execução.
- Manter o número de gestores de base de dados num limite razoável. Quando se usa a replicação síncrona, o número e localização dos gestores de bases de dados envolvidos no âmbito da execução dos dados, não devem exceder os limites técnicos dos componentes da infra-estrutura. Se o seu número for elevado e a infra-estrutura não for suficientemente robusta, existe uma maior probabilidade de um, ou mais, gestores de base de dados não se encontrar disponível, devido a falha ou a bloqueio de recursos. Nestas condições, torna-se necessário dispor de serviços e procedimentos que tenham implementado mecanismos de repetição, de notificação da aplicação que envia de que uma falha ou indisponibilidade ocorreu, ou ainda um serviço de fila de espera para o gestor de base de dados indisponível.
- Compreender a capacidade que alguns dos gestores de base de dados possam ter, controlados pelo gestor de transacções distribuídas, de forma a suportar, ou não, transacções encadeadas. Quando um gestor de transacções é usado para coordenar múltiplos gestores de base de dados, é importante saber qual o tipo de modelo de transacções encadeadas que pode ser utilizado. Por exemplo, podem algumas das ramificações transaccionais individuais (sub transacções) de uma determinada transacção global, ser abortadas sem que a transacção global também seja abortada?

2.10.2 Replicação Assíncrona

A replicação assíncrona proporciona uma consistência da informação mais folgada, entre as várias réplicas. Isto quer dizer que a latência, até que a consistência seja atingida, é sempre superior a zero. O processo de replicação da informação ocorre assincronamente, relativamente à transacção que lhe deu origem. Existe sempre algum

atraso entre o momento em que a transacção de origem é executada e o momento em que o seu efeito é reproduzido em qualquer uma das réplicas.

A replicação assíncrona pode ser implementada numa das metodologias: refrescamento completo ou por incremento, ou propagação de eventos diferença.

2.10.2.1 *Refrescamento completo ou por incremento*

O método de replicação por refrescamento implica o processamento em lote. Para que aconteça um refrescamento completo, a informação é extraída de uma fonte primária com base num escalonamento prévio. A informação assim gerada é transportada para o sistema alvo e carregada.

No método de refrescamento por incremento, o mesmo tipo de processamento ocorre, mas apenas as últimas alterações que aconteceram, desde a última extracção, é que são processadas. A natureza deste tipo de processamento, para ambos os métodos, é do tipo processamento em lote. Na replicação com processamento em lote, a natureza das transacções em tempo real dos eventos que lhes deram origem perde-se, quando os dados são extraídos para um local de persistente armazenamento, aquando da preparação para a distribuição. Nesta altura, o início da transacção — BEGIN TRANSACTION — e a execução da transacção — COMMIT TRANSACTION — são descartados. Outra particularidade da replicação por refrescamento, é que durante o processo de carregamento da informação no sistema alvo, o utilitário de carregamento se encontra num modo de escrita exclusiva, bloqueando temporariamente o acesso à informação a ser carregada, e que liberta apenas quando o processo estiver terminado. Outros utilizadores podem ver o acesso negado enquanto se processa o carregamento da informação.

2.10.2.2 *Propagação de eventos diferença*

Quando a propagação de eventos diferença é utilizada na replicação assíncrona, os sistemas alvo primeiro são carregados com a informação que os põe num estado de consistência com o sistema fonte. Após o primeiro carregamento, apenas os eventos posteriores que ocorrem no sistema fonte é que são transportados até ao sistema alvo. Geralmente, com este tipo de replicação, cada evento preserva a sua identidade discreta durante o processo de replicação. O evento pode ser uma transacção de software ou uma mensagem representa, ela própria, a transacção de software. Esta propagação de eventos pode ocorrer por comunicação entre bases de dados ou por comunicação entre processos. Cada uma destas situações tem aplicabilidade diferente.

2.10.2.2.1 *Replicação assíncrona entre bases de dados*

Muitas das soluções que os produtores de software apresentam, usam o mecanismo de replicação entre bases de dados. Este tipo de replicação assíncrona engloba normalmente três componentes distintos:

- 1 — Recolha dos eventos no sistema fonte;
- 2 — Processo de distribuição;
- 3 — Aplicação desses eventos nos sistemas alvo designados.

Poderá também existir um quarto, que corresponde ao processo de monitorização dos outros três. Não existem standards de como estes processos são implementados, já que cada produtor de software segue a sua própria estratégia de implementação. No entanto, pode-se afirmar que todas as implementações deste mecanismo apresentam as seguintes características:

- São implementadas numa camada intermediária de software, com um elevado grau de transparência às aplicações. Esta transparência é importante porque, os dados utilizados pelas aplicações podem fazer parte de um processo de replicação assíncrona, sem que haja a necessidade de alterar qualquer linha de código das aplicações do utilizador. Para se conseguir isto, os objectos na base de dados poderão ser alterados em maior ou menor extensão, e a aplicação ser a mesma. Por exemplo, podem-se implementar gatilhos nas bases de dados do sistema fonte, para que se propaguem os eventos nelas gerados. A transparência às aplicações preserva o investimento já feito nas aplicações.
- Proporcionam a replicação de tabelas e a replicação de procedimentos.
- Dão garantias de entrega da informação no processo de distribuição. Isto garante que cada evento na base de dados será entregue no sistema alvo, apenas uma vez.
- Mantêm a integridade sequencial, durante o processo de entrega da informação.
- Preservam a natureza transaccional dos eventos gerados durante o processo de recolha, distribuição e reprodução no sistema alvo. A preservação da semântica transaccional é crítica quando estamos a falar de sistemas de bases de dados, cuja actividade principal é manipular e manter a informação consistente, respeitando a integridade referencial nas tabelas em ambientes OLTP. A preservação semântica já poderá não ser tão crítica caso a actividade principal do sistema seja a de suporte à decisão em ambientes OLAP.

A Figura 2.9 ilustra o efeito da preservação, ou não, da semântica transaccional num processo de replicação assíncrona. Como se pode ver, no sistema alvo (réplica) em que a semântica transaccional é preservada, os dados nas tabelas estão consistentes com os dados do sistema fonte (aplicação das transacções).

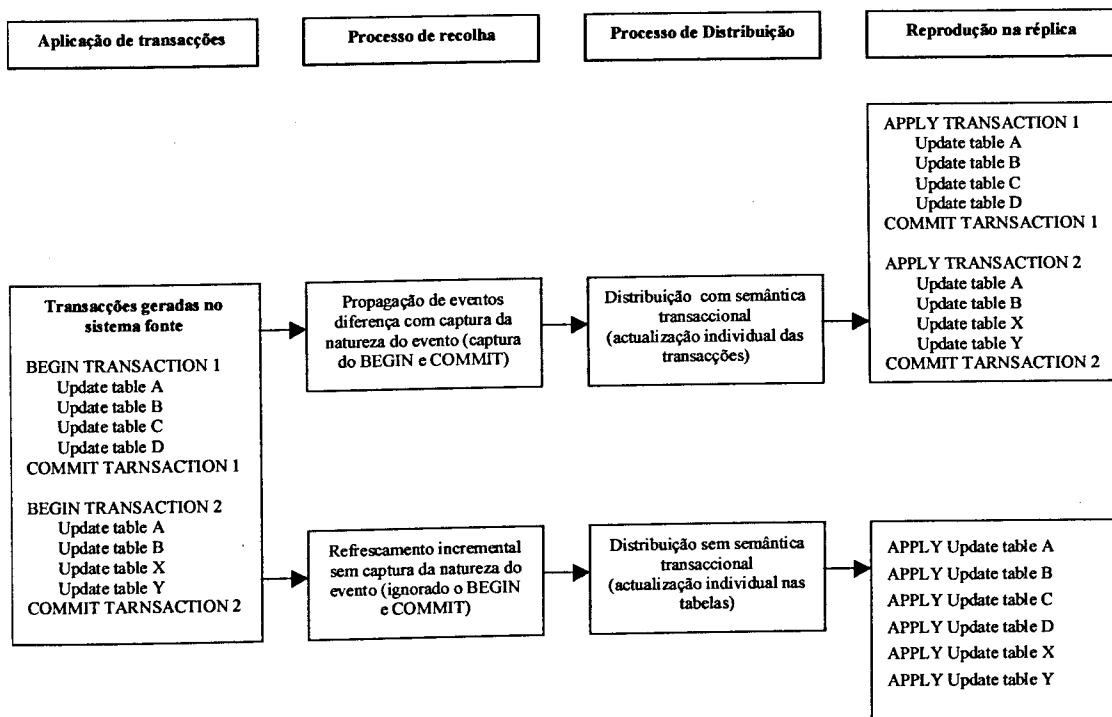


Figura 2.9 — Preservação da semântica transaccional na replicação

Independentemente das pesquisas cruzadas que se façam às tabelas, os dados estão sempre consistentes, do ponto de vista transaccional. Nos sistemas alvo onde a

actividade de actualização deverá ocorrer quase em tempo real (latência muito apertada), a utilização da replicação assíncrona com preservação da semântica transaccional é a mais aconselhada.

Numa perspectiva de integridade dos dados, a replicação assíncrona dos dados onde a semântica transaccional não é preservada, pode ser utilizada em sistemas onde o período de latência pode ser elevado. Todas as actualizações nas tabelas são realizadas num determinado momento bem definido. Neste tipo de replicação, a responsabilidade de manter os dados consistentes nos vários sistemas alvo, cai sobre o escalonamento da replicação dos dados para cada sistema alvo. Acompanhando a Figura 2.9, vamos supor que as transacções 1 e 2 partilham a mesma fonte de dados. Se as tabelas A, B, X e Y forem actualizadas no sistema alvo num momento temporal M, e as tabelas C e D forem actualizadas mais tarde num momento temporal N, no espaço entre M e N, os utilizadores vêem os resultados da transacção 2 e metade dos resultados da transacção 1. Em algumas situações isto poderá não ser aceitável do ponto de vista de uma actividade comercial. Quando a semântica transaccional se perde, não existe forma alguma de reagrupar a transacção original.

Outras complicações poderão surgir. Caso a semântica transaccional não seja preservada no processo de replicação, poderão ocorrer falhas nas actualizações efectuadas, devido à violação da integridade referencial definida no sistema alvo. Estas violações ocorrem porque o processo de actualização das tabelas é feito a uma tabela de cada vez. Nesta situação a ordem de actualização nas tabelas é crítica.

2.10.2.2.2 Replicação assíncrona entre processos

Este tipo de replicação assíncrona de dados é normalmente baseado no paradigma da publicação e subscrição recorrendo a um mecanismo de envio de mensagens. Neste contexto, os processos envolvidos na replicação assíncrona são processos implementados em camadas intermédias dentro de uma arquitectura multi-camada. Numa replicação assíncrona entre processos, existem no mínimo quatro componentes distintos:

- O primeiro componente é o processo de publicação, que é parte integrante da origem dos eventos no sistema fonte.
- O segundo componente é o processo de distribuição desses eventos, que normalmente recorre ao paradigma *store-and-forward*.
- O terceiro componente é o processo de subscrição pelo qual outros processos (aplicações ou serviços) têm interesse em receber os eventos.
- O quarto componente é o processo que efectua as operações traduzidas nos eventos.

Poderá existir um quinto componente opcional, que é um processo de monitorização de todos os outros processos envolvidos na replicação. Tal como acontece na replicação assíncrona entre bases de dados, e por se tratar de uma tecnologia ainda mais recente do que a replicação assíncrona entre bases de dados, não existem standards de como estes processos são implementados. Cada produtor de software segue a sua própria estratégia de implementação. No entanto, pode-se afirmar que todas as implementações deste mecanismo apresentam as seguintes características:

- O mecanismo é implementado como camada intermédia, recorrendo a APIs simples. Porque as APIs são usadas pelos processos para enviar e receber mensagens, verifica-se que a replicação assíncrona entre processos não é transparente para as aplicações. O código de uma aplicação tem de conter chamadas a funções da API do tipo *put*, para publicar mensagens, e conter chamadas a funções da API do tipo *get*,

para receber mensagens. O processo que recebe mensagens contém código condicionado ao tipo de conteúdo, devido à interpretação que é necessário fazer a essas mensagens.

- Suportam múltiplos formatos de mensagem. Podem ser de formato fixo (por exemplo, registos de comprimento fixo), formato delimitado (por exemplo, cadeia de caracteres terminadas por *null*, ao estilo da linguagem de programação C), formato variável e mensagens auto-descritivas.
- Garantem a entrega da informação no destino apenas uma vez, através do processo de distribuição.
- Mantém algum nível sequencial no processo de distribuição.
- Proporcionam publicação/subscrição com integridade transaccional. Por outras palavras, proporcionam armazenamento persistente para as mensagens que estão integradas na gestão transaccional do processo de envio e recepção. A preservação do estado transaccional entre o sistema fonte e o sistema alvo é um aspecto importante. Terão de existir garantias de que as mensagens não serão executadas no sistema alvo, enquanto a transacção no sistema fonte a transacção não tiver sido executada e as mensagens não tiverem sido consideradas entregues no destino. Porque as mensagens são executadas pelo processo de entrega, quando no sistema de envio é executada uma transacção que inclua uma ou mais mensagens, o processo de entrega no sistema alvo estará num estado transaccional igual. Do mesmo modo, porque as mensagens são dadas como entregues quando um sistema alvo recebe uma ou mais mensagens e executa a transacção, o sistema de entrega está num estado igual ao do sistema de envio. A propriedade ACID das transacções é preservada em ambos os processos de envio e recepção de mensagens.

2.10.2.3 *Quando se deve usar a replicação assíncrona*

Sempre que não haja a necessidade de manter uma consistência apertada dos dados, então pode-se optar por usar a técnica de replicação assíncrona. Uso da replicação assíncrona é melhor, porque baixa o custo de replicação, melhora a concorrência entre os gestores de base de dados, porque não é necessária disponibilidade imediata, e normalmente encurta as transacções no sistema fonte.

2.10.2.4 *Aspectos importantes a considerar na replicação assíncrona*

Devido à natureza assíncrona deste tipo de replicação, os aspectos mais importantes a focar aqui, estão mais relacionados com a arquitectura do que com a infra-estrutura física. O desenho e a implementação de um sistema eficiente de replicação assíncrona, tem como base as seguintes questões:

- Definir requisitos de suporte que garantam a semântica transaccional e a integridade transaccional. Na replicação assíncrona por refrescamento, perde-se toda a demarcação transaccional. Na replicação assíncrona entre bases de dados, durante os processos de recolha, distribuição e reprodução, a integridade transaccional geralmente é preservada. A única questão que fica em aberto é, como são tratadas as unidades de trabalho distribuídas, pelo serviço de replicação assíncrona. Na replicação assíncrona entre processos, a informação sobre os eventos que são gerados, são recebidos no sistema alvo sob a forma de uma transacção em software ou sob a forma de grupo ou subgrupo de transacções de software. O processo que reproduz estas transacções no sistema alvo, reflecte as regras da actividade em causa, atribuídas ao destinatário dessa mensagem. Pode ser uma transacção de

software ou um conjunto de actividades que se subdividem noutras transacções de software.

- Garantir um nível apropriado na integridade sequencial. Na replicação assíncrona por refrescamento, perde-se toda a demarcação sequencial das transacções. Como o refrescamento ocorre num processamento em lote, a réplica fica actualizada em função de determinados momentos temporais, equivalente à produção de instantâneos fotográficos. Na replicação assíncrona entre bases de dados e entre processos, a garantia da integridade sequencial depende das situações. Num ambiente distribuído, cada um dos sistemas que publique informação, gera vários eventos que entram na fila de mensagens de cada um deles. É um processo assíncrono com vários componentes distribuídos. As redes poderão ser lentas em determinados sistemas de publicação, ou rápidas noutros. Poderão também existir outras situações que provoquem falhas na imediata distribuição dessa informação para os sistemas alvo. Assim, a assumpção para a propagação dos eventos é que o processo de reprodução desses eventos nos sistemas alvo, é sempre executado de forma isolada em cada um desses sistemas alvo. Estes eventos, num sistema distribuído, são introduzidos numa fila no sistema alvo, do tipo primeiro a chegar, primeiro a sair (*first-in first-out*). Por este motivo, não existe forma de garantir a integridade sequencial entre todos os sistemas que publicam a informação para um determinado sistema alvo, num ambiente de replicação assíncrona num sistema globalmente distribuído. Num ambiente distribuído, apenas com a existência de um sistema que publica informação para vários sistemas alvo, como é o caso do sistema da Bolsa Imobiliário, a integridade sequencial é garantida em todos os sistemas alvo, já que no sistema global, apenas existe um gerador de eventos. Os eventos são propagados para vários destinatários, podendo eventualmente existir tempos de latência diferentes entre eles, mas com a garantia de que esses eventos são reproduzidos segundo a ordem original.
- Usar mecanismos de detecção e resolução de conflitos. Num sistema distribuído cuja informação se encontra armazenada em vários sistemas e cada um desses sistemas pode fazer actualização da mesma informação (mesmos campos de uma tabela), se ocorrerem actualizações em sistemas diferentes, quando essa informação é assincronamente replicada entre esses sistemas, poderão surgir conflitos. Este facto terá de ser resolvido no sistema alvo, mediante o uso de regras para a resolução dos conflitos. Algumas regras simples poderão ser usadas, como por exemplo: ganha a actualização que tiver uma marca temporal/sequencial (*time stamp*) mais recente; definir prioridades nos vários sistemas pertencentes à replicação, para que actualizações em determinados sistemas tenham maior ou menor prioridade em função das actualizações realizadas noutros sistemas. Sejam quais forem as regras a usar, o facto é que os utilizadores do sistema não vêm um estado globalmente estável. Isto poderá ser, ou não, um problema para a actividade de negócio a que o sistema se presta, depende dos requisitos dessa actividade e do risco associado.

2.11 Conclusões

O sistema em estudo não apresenta todas as características de um sistema distribuído puro. Nem pela sua natureza o poderia ser. Trata-se de um sistema com informação geograficamente distribuída, em que as alterações à informação, apenas se efectua em uma base de dados.

O estudo e uso do sistema de replicação implementado no SQL Server, descrição apresentada no capítulo seguinte, trata-se de um sistema que, quanto à distribuição de dados, corresponde ao modelo Mestre/Escravo. Efectivamente a fonte de informação está situada no sistema central, suportado por um DBMS Mestre, e em cada quiosque da rede de quiosques os dados são suportados por um DBMS Escravo. No sistema central ocorrem as actualizações de informação dos Imóveis e em cada quiosque ocorre a consulta à informação. A entrada da informação proveniente dos utilizadores dos quiosques e consequente agregação no sistema, usa exactamente o mesmo modelo de replicação.

O sistema de replicação do SQL Server, usa o tipo de replicação assíncrona, com a propagação de eventos diferença (designado por transacções) usando o mecanismo de replicação assíncrona entre bases de dados.

Na informação que é replicada para os quiosques, também vão as actualizações das aplicações que correm nos quiosques, que por um processo expedito, são extraídas da base de dados residente no quiosque para ficheiros. Estas aplicações são aquelas que permitem aos utilizadores, a pesquisa de Imóveis, introdução de contactos e realização de simulações de crédito.

As tabelas seguintes mostram o tipo de acesso a dados em função dos vários tipos de aplicações e dos respectivos ambientes em que se enquadram.

Tipo de acesso a dados para os seguintes ambientes:

- Quiosque

Tipo de Acesso	Aplicações	
	Imóveis	Simulação Crédito
	Pedido Remoto	Pedido Remoto

Tabela 2.1 — Tipo de acesso a dados no quiosque

- Sistema central

Tipo de Acesso	Aplicações	
	Carregamento	Gestão Dados
	LUW Remoto	Pedido Remoto / LUW Remoto

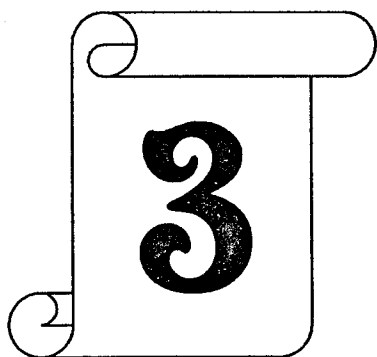
Tabela 2.2 — Tipo de acesso a dados no sistema central

- Replicação

Tipo de Acesso	Serviço de Replicação	
	Sentido servidor quiosque	Sentido quiosque servidor
	Pedido Remoto / LUW Remoto	Pedido Remoto / LUW Remoto

Tabela 2.3 — Tipo de acesso a dados do serviço de distribuição

Quanto à unidade lógica de trabalho, o sistema de replicação implementado no SQL Server não garante a semântica das transacções efectuadas na base dados origem, mas garante a sequencia das operações efectuadas na base dados.



Replicação em SQL Server

Este capítulo descreve a implementação da replicação do fabricante do pacote de software de gestão de bases de dados relacionais SQL Server 6.5.

3.1 Introdução

A replicação é um elemento integrado no SQL Server, que permite de uma forma automática distribuir cópias de transacções de dados de uma base de dados com a fonte da informação, para uma ou mais bases de dados de destino dessa informação em servidores remotos.

Descrevem-se também as características principais, os componentes e as capacidades da replicação em SQL Server. São apresentados os termos e várias funcionalidades relacionados com todo o processo de replicação, para que o leitor se familiarize com o produto, uma vez nos capítulos seguintes existe uma forte associação com o SQL Server. Neste capítulo a abordagem à replicação é resumida, qualquer esclarecimento adicional poderá ser feito nas referências [3], [4] e [5].

No final do capítulo são apresentadas algumas das condicionantes que este sistema de replicação apresenta, qual o enquadramento deste sistema segundo os modelos teóricos apresentados anteriormente e de que forma o mesmo resolve a questão da replicação de informação nos dois sentidos do sistema aqui estudado.

3.2 Características

A replicação no SQL Server apresenta as seguintes características fundamentais:

- Baseia-se no mecanismo de diário de transacções (*transaction log*). As transacções marcadas para replicação, são lidas do diário de transacções da base de dados origem e são aplicadas na ou nas bases de dados destino.
- Usa terminologia baseada na metáfora de publicação/subscrição.
- Os servidores de base de dados envolvidos na replicação assumem três papéis distintos: publicação, distribuição e subscrição.
- Usa um servidor de base de dados SQL Server dedicado, como fila de confiança para a replicação dos dados.
- Usa um serviço de escalonamento de tarefas SQL Executive, para que a propagação dos dados se efectue continuamente ou por períodos temporais específicos.
- É facultada grande flexibilidade na selecção dos dados a replicar para as bases de dados destino.
- A interface gráfica de configuração e administração é de fácil utilização.

- Contempla aspectos de segurança quanto a que utilizadores podem administrar a replicação e que servidores SQL podem receber ou mesmo ver as tabelas disponíveis para replicação.

3.3 Terminologia

Quando os dados são disponibilizados para replicação, designa-se por publicação. O servidor que contém a base de dados fonte e disponibiliza-a para replicação é designado por servidor da publicação.

O artigo é a unidade base da replicação. Contém dados originários de uma tabela que está marcada para replicação. Cada artigo tem de pertencer a uma publicação.

A publicação é uma colecção de um ou mais artigos. Podem ser criadas uma ou mais publicações, a partir de uma base de dados residente no servidor de publicação.

Designa-se por servidor de subscrição ou simplesmente subscritor, quando este subscreve uma publicação de outro servidor. Um subscritor pode subscrever algumas ou todas as publicações disponíveis e alguns ou todos os artigos de uma determinada publicação.

Os dados replicados movem-se apenas numa direcção, do servidor da publicação para os servidores da subscrição.

As operações de actualização da informação ocorrem no servidor da publicação. Nos servidores da subscrição ocorrem apenas consultas aos dados contidos nas tabelas replicadas.

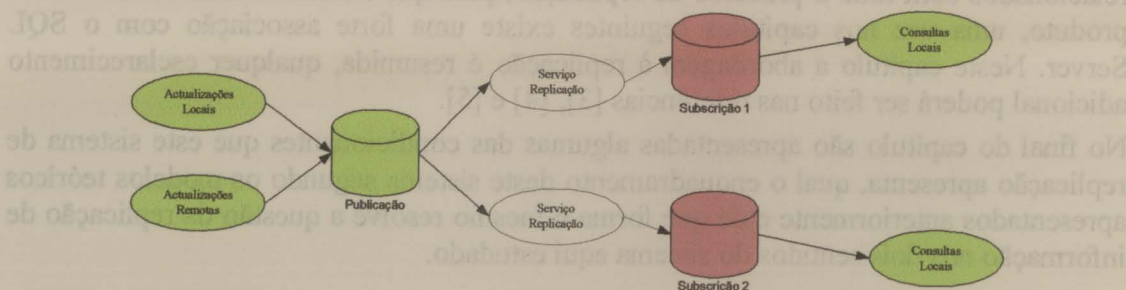


Figura 3.1 — A informação move-se no sentido publicação/subscrição

3.4 Componentes

O processo leitor do diário (*log reader*), o processo de sincronização, a base de dados de distribuição e o processo de distribuição são os componentes principais envolvidos na replicação.

O processo leitor do diário move as transacções marcadas para replicação do diário de transacções do servidor da publicação para a base de dados de distribuição, onde as transacções ficam retidas até que o processo de distribuição as faça chegar à base de dados destino. As transacções que são marcadas para replicação correspondem a qualquer um dos comandos “insert”, “update” e “delete” efectuados sobre uma tabela que pertença a uma ou mais publicações.

O processo de sincronização prepara os ficheiros de sincronização inicial, que contêm o esquema e dados das tabelas publicadas para replicação, guardados num directório do servidor de distribuição, e regista-os na base de dados de distribuição. A sincronização apenas produz efeitos em novos servidores de subscrição.

A base de dados de distribuição é o armazém (*store-and-forward*) de todas as transacções que aguardam distribuição pelos subscritores. A base de dados de distribuição recebe as transacções que lhe são enviadas pelo leitor do diário do servidor da publicação e que as retém até que o processo de distribuição as faça chegar aos servidores de subscrição. Esta base de dados serve apenas para suporte à replicação e não está relacionada de modo algum com a base de dados origem e destino da informação que por lá passa.

O processo de distribuição move os ficheiros de sincronização inicial e todas as transacções posteriores ao momento da sincronização inicial, que residem no servidor de distribuição. Os ficheiros residem num directório específico e as transacções em tabelas na base de dados de distribuição. Nos subscritores os dados contidos nos ficheiros são importados para a base de dados destino e as transacções são aplicadas nas respectivas tabelas.

Os processos leitor do diário, sincronização e distribuição, todos eles residem no servidor que tem o papel de distribuidor e são subsistemas do SQL Executive que não têm intervenção directa por parte dos utilizadores que administram o sistema SQL Server. Este processos aparecem no SQL Executive sob a forma de tarefas, existindo cinco tipos diferentes (de acordo com o tipo de função que executam) e cuja execução pode ser escalonada no tempo.

A Figura 3.2 ilustra a funcionalidade dos três componentes principais da replicação. Embora na Figura 3.2 a publicação e a distribuição estejam em servidores separados, o SQL Server suporta estes dois componentes num único servidor. A configuração no SQL Server por omissão comporta estes dois componentes no mesmo servidor, mas no caso do presente trabalho, cada componente ficou em máquinas separadas por questões de aumento do desempenho geral do sistema. Assim, o servidor de publicação, ficou com as tarefas de processamento da informação que circula no sistema e o servidor de distribuição ficou com o processamento e distribuição da informação pelos quiosques.

O servidor de distribuição liga-se com os subscritores através da camada de software ODBC. Não necessita de configuração, porque o servidor de distribuição usa o nome do servidor de subscrição para estabelecer a ligação por ODBC.

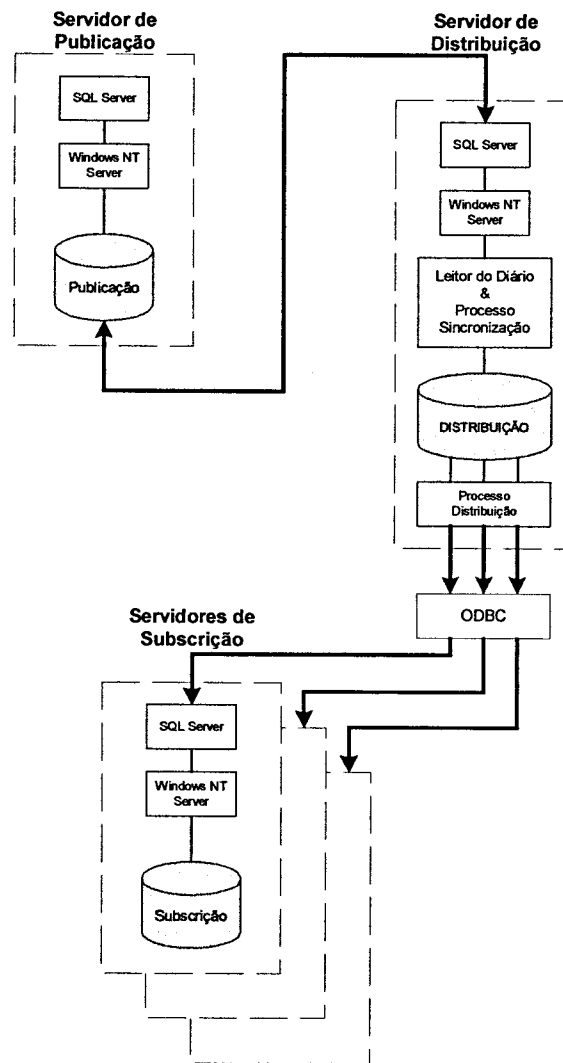


Figura 3.2 — Componentes principais da replicação do SQL Server

3.5 A sincronização

Antes que um novo subscritor (um quiosque) possa receber a replicação de transacções efectuadas no servidor de publicação, as tabelas no destino terão de conter o mesmo esquema e os mesmos dados das da origem. O processo que efectua esta operação chama-se sincronização inicial. Este processo garante que o esquema e os dados das tabelas no destino são fielmente reproduzidos e é apenas executado uma vez, sempre que entra um novo subscritor na publicação.

No momento de criação de uma publicação, definem-se quais os artigos que a compõem (as tabelas) e o esquema de cada tabela é criado em ficheiros individuais. Cada ficheiro contém a descrição do esquema da tabela e caso se pretenda, também a definição dos índices a criar na tabela destino.

Quando o processo de sincronização é lançado, naquele momento são criados outros ficheiros, um por cada artigo, com os dados retirados das tabelas nesse momento. Este conjunto de ficheiros com os dados iniciais e o conjunto de ficheiros com o esquema das tabelas constituem a sincronização inicial da base de dados de um novo subscritor.

Depois de criada a sincronização inicial, subsequentes actualizações (*insert*, *update* ou *delete*) ou modificações à publicação são capturadas, mas só serão aplicadas a cada

subscritor quando a sincronização inicial respectiva tiver sido completada. Assim, é garantido pelo SQL Server que as actualizações posteriores à criação de uma sincronização inicial apenas serão aplicadas no subscritor quando este tiver o mesmo instantâneo (esquema e dados) tirado no momento de criação da sincronização. Esta situação não afecta outros subscritores que entretanto já estão a receber actualizações.

A sincronização inicial pode ser conseguida de forma automática ou manual. A sincronização de novos subscritores pode estar escalonada por períodos curtos (de minutos), por períodos longos (1 vez por dia, por semana, ou por mês), ou numa data específica.

3.5.1 Sincronização Automática

A sincronização automática é controlada na íntegra pelo SQL Server. Os instantâneos do esquema e dos dados são tirados a cada artigo publicado, que são guardados em ficheiros para posterior transferência para o subscritor. O processo de sincronização cria na base de dados de distribuição a tarefa correspondente à criação do esquema e envio posterior dos ficheiros para o subscritor.

Para além disto há a configuração da tarefa do tipo “sync” no SQL Executive de modo a que a mesma seja executada segundo uma determinada periodicidade. Quando a tarefa é executada, é gerado o instantâneo inicial dos dados dos vários subscritores que entretanto se foram registando.

Não existe a necessidade de intervenção do operador.

A sincronização automática é usada nas situações em que o volume inicial de dados (o primeiro carregamento da base de dados no destino) a transferir do servidor de distribuição para o subscritor ou subscritores é suportado pelo canal de comunicação, em termos de largura de banda e fiabilidade. Os ficheiros com o esquema das tabelas e com os dados vão pelo canal de comunicação atribuído, assim como todas as transacções posteriores.

3.5.2 Sincronização Manual

A sincronização manual é controlada pelo SQL Server, mas existe a contribuição por parte do utilizador. A criação dos ficheiros de esquema e de dados é feita do mesmo modo que na sincronização automática. No entanto cabe ao utilizador pegar nesses ficheiros e transportá-los para o servidor subscritor, pelo meio mais adequado (em tape, em CD ou outro meio adequado). Depois da criação das tabelas no subscritor e importação dos dados para as mesmas, é necessário informar o SQL Server que a sincronização manual está completa, para que as transacções possam começar a fluir.

A sincronização manual é usada nas situações em que o volume inicial de dados (o primeiro carregamento da base de dados no destino) a transferir do servidor de distribuição para o subscritor ou subscritores não é suportado pelo canal de comunicação, em termos de largura de banda e fiabilidade. Os ficheiros com o esquema das tabelas e com os dados vão por outro meio, mas as transacções posteriores vão pelo canal de comunicação atribuído.

3.5.3 Sem Sincronização

A não sincronização inicial dos dados é uma opção que existe no SQL Server para situações muito especiais. Neste caso, quando a subscrição é configurada, a geração do instantâneo inicial dos dados das tabelas não existe. É da responsabilidade do utilizador garantir que as tabelas no subscritor têm a mesma estrutura das da publicação. Quanto à

consistência aos dados, fica ao critério do utilizador. A partir do momento em que a configuração da subscrição é efectuada (sem sincronização), todas as transacções que ocorrerem na base de dados origem são propagadas para o subscritor.

Neste trabalho, este tipo de sincronização aplica-se no caso de ser necessário subscrever muitos quiosques em determinado momento, porque a acção de criar os instantâneos para cada um iria demorar muito tempo. No entanto, para que isto funcione, é necessário garantir que durante o processo de configuração dos subscritores não podem existir quaisquer actualizações nos dados nas tabelas marcadas para replicação e os processos de distribuição para cada subscritor não podem ser executados enquanto o subscritor respectivo não tiver todos os dados importados na base de dados destino.

3.5.4 Sincronização por Instantâneos

Durante o processo de configuração de uma subscrição, é possível especificar no SQL Server que os artigos publicados numa determinada publicação terão uma sincronização periódica. As actualizações ocasionadas pelos comandos “insert”, “update” e “delete” aplicados nas tabelas, não são propagadas para os subscritores. Este método não usa a leitura do diário de transacções, porque a replicação das tabelas para os subscritores é feita por refrescamento na totalidade dos dados.

3.6 O Leitor do Diário das Transacções

Todas as transacções efectuadas na base de dados ficam armazenadas numa área temporária de armazenamento, designada por diário transaccional (*transaction log*). Periodicamente, há razão do minuto, o SQL Server executa um processo interno de limpeza (*checkpoint*) que verifica se as transacções que já foram aplicadas nas respectivas tabelas (*committed*) podem ser apagadas. As respectivas transacções serão apagadas se não estiverem marcadas para replicação, ou se, já tiverem sido copiadas para a base de dados de distribuição, caso correspondam a uma tabela marcada para replicação.

O processo responsável por copiar as transacções marcadas para replicação, do diário das transacções dessa base de dados para a base de dados de distribuição, é o processo designado por leitor do diário de transacções (*log reader*).

Como a ordem das transacções replicadas é respeitada durante a cópia para a base de dados de distribuição, as mesmas transacções e pela mesma ordem serão aplicadas nas bases de dados de cada subscritor. Isto garante que as actualizações efectuadas nas tabelas marcadas para replicação são reproduzidas pela mesma ordem nas tabelas da base de dados dos subscritores. Por se tratar de uma solução baseada num diário de transacções, o acesso concorrente aos dados é mantido ao máximo, minimizando assim o bloqueio às tabelas nos momentos em que se fazem actualizações.

3.7 Papéis dos Servidores na Replicação

Os servidores envolvidos na replicação em SQL Server, podem assumir três papéis distintos:

- **Servidor de Publicação** — É o servidor que tem os dados disponíveis para replicação, onde são efectuadas as actualizações dos dados, onde uma ou mais bases de dados são publicadas e de onde são enviadas as cópias de todas as actualizações efectuadas em tabelas marcadas para replicação, para o servidor de distribuição.
- **Servidor de Distribuição** — É o servidor que contém a base de dados de distribuição, que recebe e armazena todas as alterações efectuadas nas tabelas

publicadas, e quando apropriado (dependendo do escalonamento da tarefa do tipo distribuição), transfere essas alterações para os servidores de subscrição. O servidor de distribuição, pode existir na mesma máquina onde se encontra o servidor de distribuição.

- **Servidor de Subscrição** — É o servidor onde são reproduzidas as alterações efectuadas na base de dados fonte. Neste servidor reside a base de dados destino que por replicação se transforma numa cópia da base de dados origem.

Embora à primeira vista pareça que este sistema, pelo facto de replicar dados apenas num sentido, seja limitado, isso não se verifica. Da mesma forma que podemos configurar a replicação num sentido, podemos fazer exactamente o mesmo tipo de configurações em sentido inverso. Um servidor de publicações que serve um conjunto de subscritores pode ele mesmo ser um subscritor de outro servidor de publicação.

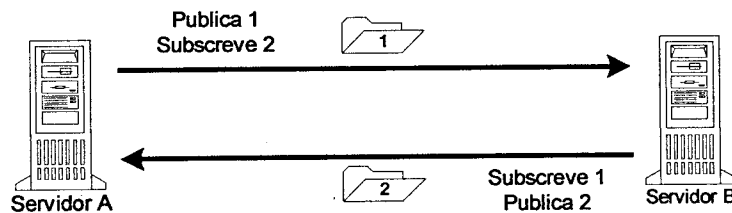


Figura 3.3 — Publicação/Subscrição bidireccional

3.8 Distribuição de Dados

A replicação do SQL Server oferece grande flexibilidade na determinação exacta de qual o conjunto de dados a replicar para cada subscritor:

- **Subscrição selectiva em relação à publicação** — Um servidor subscritor pode subscrever nenhuma, algumas ou todas as publicações disponibilizadas por vários servidores de publicação.
- **Subscrição selectiva em relação aos artigos** — Um servidor subscritor pode subscrever alguns ou todos os artigos de uma publicação.
- **Publicações seguras** — Cada publicação pode estar marcada como restrita ou não restrita. Se não estiver marcada como restrita, é visível e pode ser subscrita por qualquer subscritor registado. Se estiver marcada como restrita, apenas é dada visibilidade a alguns dos subscritores registados.
- **Publicação de tabelas subdivididas verticalmente** — Na criação do artigo seleccionam-se apenas as colunas da tabela que tem interesse serem replicadas. Pelo menos uma dessas colunas terá de conter a chave primária.
- **Publicação de tabelas subdivididas horizontalmente** — Na criação do artigo é definida uma restrição do tipo “where”. Apenas as linhas que satisfazem a restrição são replicadas para o subscritor.
- **Publicação de tabelas subdivididas verticalmente e horizontalmente** — Este tipo de distribuição de dados é conseguido através da combinação dos dois tipos anteriores.

3.9 Escalonamento da Replicação

O escalonamento da replicação recorre ao motor que controla o lançamento de tarefas em tempos programáveis, designado por SQL Executive. É através deste mecanismo

que a replicação dos dados é efectuada entre os servidores. Existem quatro tipos de tarefas que constituem o processo de replicação dos dados:

- **Leitor do diário de transacções (*logreader*)** — Que copia as transacções realizadas na base de dados origem para a base de dados de distribuição. Existe uma tarefa deste tipo para cada base de dados publicada para replicação.
- **A sincronização inicial (*Sync*)** — Que gera os ficheiros que contém o esquema e os dados de cada tabela a replicar. Existe uma tarefa deste tipo por cada publicação configurada.
- **A distribuição (*Distribution*)** — Responsável por executar no servidor subscritor as transacções acumuladas na base de dados de distribuição. Existe uma tarefa deste tipo por cada subscritor de uma determinada publicação.
- **Limpeza (*TSQL*)** — Executa um procedimento que limpa os dados, nas várias tabelas que servem de suporte e controlo, das transacções acumuladas na base de dados de distribuição. Este procedimento elimina as transacções que já foram processadas no servidor de subscrição respectivo. Existe uma tarefa deste tipo por cada subscritor de uma determinada publicação.

O SQL Executive mantém a lista de tarefas, a fila de execução de tarefas e um histórico de cada tarefa, com o intuito de se poder fazer alguma depuração de eventuais erros que possam ocorrer durante a execução dessas tarefas. Podem ser vistas e geridas através do uso da aplicação *SQL Enterprise Manager*.

3.10 Condicionantes da replicação

Faz todo o sentido que na base de dados de publicação se force a integridade referencial dos dados, através do relacionamento entre as tabelas, definindo campos com restrições do tipo chave primária e chave estrangeira. Mas, como o sistema de replicação SQL Server ignora a semântica das transacções efectuadas na base dados publicada, não faz sentido e nem o sistema de replicação funcionaria se, se quisesse forçar a integridade dos dados na base dados no servidor de subscrição. Embora a semântica transaccional se perca, a replicação garante a sequência das actualizações nas várias tabelas da base dados. No entanto, existe uma probabilidade de ocorrência de inconsistências na consulta aos dados na base de dados de subscrição. Esta situação ocorre quando a base dados de subscrição está a ser actualizada pelo processo de replicação e ao mesmo tempo se efectuam consultas na mesma. A probabilidade de serem detectadas inconsistências nas pesquisas à base de dados replicada é tanto maior quanto maior for o número de transacções de uma unidade lógica de trabalho, realizadas sobre a base de dados publicada.

O sistema de replicação SQL Server obriga a que exista pelo menos um campo declarado como chave primária, em todas as tabelas marcadas para replicação na base de dados publicada.

O sistema de replicação ignora a propriedade “IDENTITY” (geração automática de identificador) que esteja definida numa tabela marcada para replicação, porque a geração desse identificador tem de ser único. Não faz sentido que o correspondente campo na tabela replicada tenha esta propriedade.

3.11 Conclusões

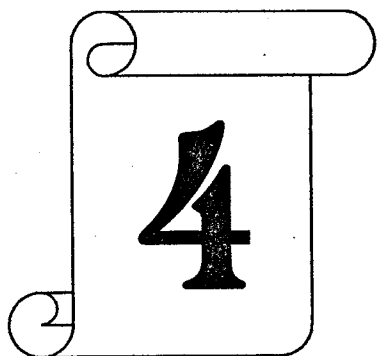
Neste capítulo foram abordados os conceitos gerais associados à replicação implementada pelo fabricante do software SQL Server.

A replicação SQL Server utilizada neste trabalho enquadra-se no tipo de replicação assíncrona entre bases de dados num modelo de propagação de eventos diferença. Como suporte ao sistema de replicação, existem três componentes fundamentais: a publicação, a distribuição e a subscrição.

Para que os dados se movam no sentido publicação subscrição existem vários processos encarregues de o fazer: a sincronização inicial, o leitor do diário de transacções e o processo de distribuição. A sincronização inicial poderá ser automática, manual, sem sincronização e por instantâneos.

Verificou-se que o conceito de replicação aplicado a um sentido poderia à partida ser limitativo a esse sentido. Mas, o SQL Server é suficientemente flexível para que se possa aplicar exactamente o mesmo conceito em sentido inverso. Este facto veio a possibilitar a transferência dos dados dos Imóveis no sentido sistema central quiosque e também a transferência dos dados dos contactos e eventos no sentido quiosque sistema central.

Através do uso do SQL Executive pode-se configurar convenientemente o escalonamento dos vários processos envolvidos na replicação, tendo em conta que, cada quiosque necessita de actualização de informação periodicamente e esta actividade terá que ser partilhada pelos n quiosques que constituem o sistema Bolsa Imobiliário.



Estrutura do Sistema Bolsa Imobiliário

Neste capítulo são apresentadas as funcionalidades gerais do sistema e as funcionalidades específicas dos seus constituintes, nomeadamente as do sistema central e as do quiosque.

O problema da escalabilidade da rede de quiosques é referido e são enunciadas as medidas tomadas para minimizar este problema. Descreve-se também a estrutura global do sistema Bolsa Imobiliário, dando-se maior ênfase ao fluxo de dados da replicação.

4.1 Introdução

O número de quiosques que constitui a rede de quiosques do sistema Bolsa Imobiliário, inicialmente algumas dezenas e mais tarde algumas centenas, o sistema conforme projectado inicialmente não podia satisfazer as necessidades de escalabilidade para um número maior de quiosques. Assim, a implementação deste sistema passou pelo uso de duas soluções, a solução A que satisfazia o sistema para um número reduzido de quiosques e a solução B que satisfaz um número muito superior de quiosques.

São apresentadas para ambas as soluções a estrutura global do sistema, nomeadamente as base de dados que dão suporte ao sistema, o tipo de servidores envolvidos, fluxos de informação entre eles e as interações com o exterior.

A implementação deste sistema poderia ter sido realizada fazendo uso das mais variadas tecnologias actualmente utilizadas. No entanto, um dos requisitos iniciais do projecto, obrigava a utilização do sistema operativo NT Windows 4.0 da Microsoft [7], a versão Server no sistema central e a versão Workstation nos quiosques. A escolha do sistema de base de dados para suporte à informação, dependeu do relativo custo baixo e da rapidez com que se poderia montar o suporte à replicação de dados. Ao mesmo tempo, o estudo, o projecto e a implementação deste sistema estavam fortemente condicionados pela rapidez de resposta na criação de uma solução comercial à situação proposta.

4.2 Requisitos Globais

Um verdadeiro terminal multimédia deverá interagir com o utilizador recorrendo a imagens, vídeos e som. As aplicações de interacção com o utilizador deverão ser simples na sua utilização. Em qualquer sistema global cujos constituintes desse sistema se encontrem separados fisicamente, temos sempre do ponto de vista técnico, três grandes áreas a analisar: o hardware de cada um desses constituintes, o tipo de software que é executado em cada um deles e qual o canal de comunicação a usar entre eles. No caso presente, os constituintes principais do sistema estudado são dois: o sistema central e o quiosque.

Qual o tipo de hardware a considerar para que sirva de suporte físico ao sistema central e qual o tipo de hardware que sirva de suporte ao quiosque? O sistema central tem de ter

capacidade para o processamento da informação e capacidade para as comunicações, tendo em conta também, o número de quiosques de que é constituída a rede. Estes factores ditam o número de máquinas necessárias para o sistema central. No quiosque, o tipo de hardware está associado a uma máquina com um CPU rápido, espaço em disco folgado, memória RAM em quantidade suficiente, uma boa placa gráfica, um monitor de grandes dimensões e um invólucro que albergue tudo. Deverá existir um sistema de fornecimento ininterrupto de energia – UPS – porque o sistema operativo é sensível aos cortes abruptos de energia. De forma a eliminar dispositivos complicados de manobrar em locais públicos, por exemplo rato e teclado, terá de existir um dispositivo sensível ao toque de um dedo, que é colocado entre o utilizador e o ecrã do monitor.

Que tipo de software existirá no sistema central e no quiosque? No sistema central temos a gestão de toda a informação que circula entre o mesmo e o quiosque, e vice-versa. Temos o software que permite ao operador do sistema carregar e manter a informação que é disponibilizada no quiosque, analisar o estado do sistema no global, nomeadamente o estado de cada quiosque, a produção de relatórios sobre estatísticas de navegação nas aplicações de cada quiosque e o processamento dos contactos deixados pelos utilizadores em cada quiosque. No quiosque, o tipo de software lá existente, corresponde às aplicações multimédia.

Finalmente temos o canal de comunicação utilizado. É evidente que quer do lado do sistema central, quer do lado do quiosque, deverá existir hardware e software adequado ao estabelecimento de um canal de comunicação entre os quiosques e o sistema central, para que a informação transite. O sistema utilizado para o estabelecimento da conexão foi RDIS, usando um canal a 64Kbits, por chamada directa do quiosque a um servidor de atendimento centralizado. No contexto global do sistema quanto à infra-estrutura de comunicações, foram analisadas as potencialidades quanto à largura de banda disponível e a facilidade de instalação de um ponto de acesso deste tipo, em zonas de maior densidade populacional.

4.3 Funcionalidades Gerais

A solução Bolsa Imobiliário, consiste num sistema de quiosques (postos públicos de informação multimédia) destinados à promoção de produtos na área do imobiliário.

A disponibilização de informação na área do imobiliário abrange vários tipos de imóveis tipicamente comercializados no mercado, tais como: Andares, Moradias, Escritórios, Lojas e Terrenos.

A disponibilização da informação é feita através de quiosques multimédia, estrategicamente colocados em agências da Caixa Geral de Depósitos, Centros Comerciais, Feiras, Exposições e Conferências. Estes quiosques integram-se numa rede distribuída geograficamente pelo país, remotamente actualizados e configurados a partir de um sistema central. A actualização da informação dos Imóveis e das aplicações que correm no quiosque é totalmente automática.

A informação dos Imóveis também se encontra disponível num sítio Web na Internet [6], embora com algumas restrições, nomeadamente quanto ao número de imagens associadas ao imóvel. No quiosque podem-se ver todas as imagens associadas a um determinado imóvel, tais como: imagens descritivas do imóvel, imagem principal e mapa de localização geográfica. No sítio Web apenas se vê a imagem principal.

O sistema satisfaz as necessidades de particulares na procura para compra ou arrendamento de habitação e também as necessidades a empresas na procura para compra ou arrendamento de lojas ou escritórios.

O sistema permite que os utilizadores dos quiosques possam deixar um contacto para que posteriormente a mediadora respectiva o possa vir a contactar, no sentido de marcar uma visita ao imóvel em questão ou a outros dentro das preferências do utilizador.

Por cada toque efectuado no ecrã do quiosque, é gerado um evento que no conjunto, após processamento e análise no sistema central, permite tirar ilações relativas a determinadas estatísticas de utilização, incluindo trajectos efectuados pelos vários menus existentes nas aplicações.

4.4 Funcionalidades no Sistema Central

O sistema central permite a gestão global de toda a solução com as seguintes funcionalidades:

- Gestão da base de dados central que contém a informação dos imóveis e as actualizações das aplicações.
- Replicação da informação residente no sistema central para todos os quiosques da rede.
- Agregação e processamento estatístico dos eventos gerados pela navegação nas aplicações do quiosque.
- Agregação e processamento da informação dos contactos, fornecida pelos utilizadores de cada quiosque.
- Facilidades no carregamento local ou remoto da informação multimédia dos Imóveis para o sistema central, via sítio Web.
- Armazenamento para arquivo de toda a informação já processada.
- Monitorização e controlo remoto dos quiosques e de todo o processo de replicação da informação.

No sistema central está concentrada toda a gestão e carregamento da informação sobre Imóveis que é replicada para todos os quiosques.

No sentido do sistema central para o quiosque, circula:

- Informação dos Imóveis;
- Informação de controlo;
- Actualizações das aplicações que correm nos quiosques.

No sentido do quiosque para o sistema central, circula:

- Contactos recolhidos dos utilizadores;
- Eventos correspondentes à navegação nas aplicações (toques no ecrã).

Os eventos de navegação são processados no sistema central, onde se produzem relatórios com estatísticas sobre a utilização do quiosque e das aplicações.

O carregamento da Informação dos imóveis no sistema é feita via serviço Web, possibilitando-se assim que a introdução da mesma seja feita de qualquer local na rede Internet, privilegiando as entidades promotoras que comercializam os imóveis com total independência na plataforma que usam, já que apenas é necessário utilizar uma aplicação de navegação Web. As actualizações, por exemplo de preços, de imagens, das características ou o abatimento de imóveis, é feita por um operador do sistema central, através de uma aplicação de gestão do mesmo, uma vez que é necessário garantir, quer do ponto de vista de autoridade quer do ponto de vista de consistência da informação, que a alteração dessa informação seja centralizada.

Dos imóveis que vão sendo entretanto abatidos, ou eliminados, da base de dados principal, porque deixa de fazer sentido a sua existência na mesma, alguns atributos passam para uma base de dados designada por Histórico. Para esta base de dados também são copiados os eventos e os contactos processados. A informação que se vai acumulando na base de dados de histórico, é extraída periodicamente para ficheiros, que constituem o arquivo. Para evitar o peso significativo desta informação residente em base e dados, a mesma é apagada, depois de ter passado para o arquivo de ficheiros.

Os utilizadores que deixam o seu contacto nos quiosques, têm a possibilidade de vir a ser contactados pelas empresas que comercializam os imóveis. O operador do sistema central produz diariamente listagens dos contactos agrupados por empresa mediadora, que depois lhes são enviadas por correio electrónico ou por FAX. A função do operador para esta situação é apenas a de inspeccionar as listas geradas, de forma a garantir o mínimo de qualidade e verosimilhança dessa informação, uma vez que a introdução de contactos no quiosque é livre. Por outro lado, o sistema também produz relatórios estatísticos com base nos eventos gerados em cada quiosque, como é por exemplo a taxa de utilização diária de cada quiosque.

A actualização remota dos vários ficheiros que constituem as aplicações que correm no quiosque, e consequente actualização dessas aplicações, realiza-se de forma automática aproveitando os mesmo mecanismos de replicação dos dados dos imóveis, sendo da responsabilidade do operador do sistema a organização dos ficheiros e carregamento dos mesmos na base de dados principal.

4.5 Funcionalidades no Quiosque

O quiosque multimédia funciona autonomamente, correndo uma aplicação que faculta informação sobre imóveis e que permite a introdução dos contactos dos utilizadores. Existe outra aplicação que permite a realização de simulações sobre crédito imobiliário. Por autonomia do quiosque subentende-se que é a não necessidade de ligação ao sistema central durante o seu funcionamento normal (pesquisa de imóveis e simulação). O quiosque apenas necessita do canal de comunicação, quando se liga ao sistema central para a recepção de actualizações dos dados dos imóveis e envio da informação gerada (eventos de navegação) e recolhida (contactos dos utilizadores).

Um utilizador tem a possibilidade de pesquisar a informação na base de dados local do quiosque, onde selecciona imóveis segundo critérios fornecidos pela seguinte ordem:

1. Tipo de imóvel (Andar, Moradia, Terreno, Escritório e Loja).
2. Modalidade (Compra ou Arrendamento).
3. Localização (Grande Porto, Grande Lisboa, Norte, Centro, Algarve e Estrangeiro).
4. Região ou distrito (localização mais restrita).
5. Tipologia (T0, T1, T2, etc) — para andares e moradias.
6. Preço (até um limite ou qualquer preço).

A aplicação Imobiliário permite que o utilizador vá definindo, ao longo dos vários ecrãs que lhe vão aparecendo, o conjunto de critérios que vão servir para seleccionar a informação pretendida na base de dados local. Após a pesquisa, aparece a lista de imóveis que satisfazem esses critérios. Através da selecção de uma linha nessa lista, o utilizador vê a informação associada ao imóvel, nomeadamente características do mesmo, fotografias do imóvel (de interiores ou do exterior), um mapa de localização, e uma ou mais plantas. No capítulo 7 ponto 7.3.2, são apresentadas algumas fotografias de ecrãs, exemplificativos destas funcionalidades.

Para um determinado imóvel, se o utilizador tiver interesse em ser contactado pela mediadora que promove esse imóvel, é-lhe dada a possibilidade de introduzir o nome, melhor hora ou altura para ser contactado e o contacto telefónico respectivo.

O uso da aplicação de Simulação é facultativo, já que é uma aplicação que se destina a efectuar simulações para vários tipos de crédito e situações, relacionadas com a área do imobiliário. A informação a introduzir para a aplicação de Simulação, contempla os seguintes itens:

1. Tipo de financiamento (Leasing ou crédito à habitação).
2. Conta Emigrante (sim ou não).
3. Número de pessoas que compõe o agregado familiar.
4. Rendimento do agregado familiar (anual bruto ou líquido mensal).
5. Finalidade (compra de habitação permanente, secundária ou para arrendamento).
6. Idade
7. Montante do empréstimo
8. Prazo do empréstimo

Em ambas as aplicações, a transição entre ecrãs é acompanhada pela voz de um locutor que vai dando indicações quanto à forma de interagir com as respectivas aplicações, sendo assim um bom auxiliar de ajuda à navegação nos ecrãs das aplicações.

A interacção física com o utilizador é feita através de um dispositivo tátil (vidro especial anti-vandalismo) colocado sobre o ecrã do monitor. Toda a acção a realizar nos menus das aplicações do quiosque é feita por toque digital nesse vidro especial, que dá a sensação de toque em botões (áreas sensíveis) que entretanto vão aparecendo no ecrã.

Já que não existe nenhum outro dispositivo acessível ao utilizador, tal como o rato ou teclado, habitual em qualquer computador, o ambiente gráfico das aplicações é bastante apelativo. Por exemplo, a introdução do contacto do utilizador é feito com uma imagem onde se vê uma tradicional máquina de escrever, bastando para o efeito tocar nos locais onde estão representadas as teclas da máquina de escrever.

4.6 Elementos Constituintes

O funcionamento do sistema assenta sobre a plataforma sistema operativo do Windows NT 4.0. As máquinas que constituem o sistema central usam NT Server e os quiosques usam NT Workstation, com SQL Server 6.5 e SQL Server 6.5 para Workstation, respectivamente.

O sistema central é composto pelas unidades seguintes:

- Um servidor de elevada performance e escalabilidade, onde reside um sistema de gestão de base de dados que dispõe de facilidades de replicação de informação e de backup, configurado para grande capacidade de armazenamento redundante, recorrendo à tecnologia RAID5. Este servidor também suporta o serviço de acesso remoto directo via RDIS.
- Um servidor com um sistema de base de dados, que suporta comunicações remotas via Internet, nomeadamente o serviço Web (serviço *Internet Information Server* — IIS). Configurado adequadamente, assume também o papel de uma estação de trabalho multimédia, para permitir o carregamento local da informação, fornecer a versão do quiosque portal Web e também servir de simulador do comportamento de um quiosque do sistema.

- Uma rede local de comunicações que interliga os servidores. O servidor de informação dispõe de conectividade para os quiosques via RDIS. O servidor Web e posto multimédia, dispõe de conectividade para a Internet.

Um quiosque multimédia é composto pelas unidades seguintes:

- Um computador pessoal com capacidades multimédia, que inclui sistema de grande resolução gráfica e de cor, um sistema de som e colunas e um sistema de comunicações RDIS.
- Um sistema táctil associado a um monitor SuperVGA a cores de 17 polegadas.
- Uma unidade ininterrupta de energia, com interligação via porta série ao sistema operativo NT, para controlar o desligar/ligar do quiosque nos momentos de falha/restabelecimento da energia.
- Um acesso básico RDIS junto ao quiosque.

A comunicação entre o sistema central e os quiosques é efectuada por serviços de acesso remoto assentes em conexões digitais directas de tipo RDIS. Os quiosques ligam-se ao servidor de distribuição. Os quiosques têm programada uma hora de conexão ao sistema central, onde se dá o início da replicação da informação nos dois sentidos. O sistema de autenticação utilizado para a autorização de acesso ao servidor principal, é o disponibilizado pelo próprio sistema operativo (*dialup* com PPP — *Point-to-Point Protocol* — e autenticação encriptada Microsoft).

A comunicação dos processos e aplicações com as várias bases de dados, que dão suporte ao sistema em si, é realizada através da camada de software ODBC, quer sejam acessos locais ou acesso remotos.

4.7 Carregamento da Informação dos Imóveis

O carregamento da informação sobre os imóveis é efectuado pela rede Internet, para maior flexibilidade de utilização das entidades Imobiliárias aderentes ao sistema, ou por rede local nos casos de transferência maciça de informação multimédia, ambos recorrendo ao mesmo serviço Web, que faculta acessos em simultâneo. Como a generalidade das entidades Imobiliárias não dispõem de meios adequados para a realização do carregamento de informação por este processo, o carregamento da informação tem-se realizado localmente com dados fornecidos pelas entidades Imobiliárias em formato papel, depois de ser convertida para formato digital.

Devido à forte possibilidade de corte na comunicação entre a mediadora que está a fazer o carregamento de informação e o sistema central, o carregamento da informação efectua-se numa base de dados temporária, que desempenha o papel de tampão. Assim, caso um carregamento seja interrompido, existe a possibilidade de retomar a mesma sessão mais tarde. Quando toda a informação pretendida estiver carregada nesta base de dados temporária, o operador que fez o carregamento dá a ordem de transferência dos dados para a base de dados principal.

O acesso a este serviço Web é feito por uma validação de nome de um utilizador e por uma palavra passe. A cada nome de utilizador e respectiva palavra passe está associado um operador de carregamento de informação, que pode ser distinto por cada entidade Imobiliária.

4.8 Escalabilidade na Rede de quiosques

Ao longo do tempo de exploração do sistema, houve a necessidade de expansão do mesmo para um número significativo de quiosques em rede. Neste salto foram

identificadas algumas questões pertinentes, do ponto de vista da replicação de informação, que limitavam a escalabilidade pretendida. Assim, a concretização deste sistema passou por duas fases na implementação da replicação da informação (dados e aplicações).

A implementação deste sistema, do ponto de vista da replicação de informação, passou por duas fases. A primeira fase surge pela necessidade de se criar uma rede de quiosques pequena, cerca de 50 quiosques. Como passaram alguns meses, esta rede de quiosques teve que aumentar significativamente, a segunda fase da implementação teve que satisfazer as necessidades de uma rede que passou para cerca de 200 quiosques e com tendência para aumentar ainda mais. Este aumento significativo do número de quiosques fez transparecer algumas questões limitativas, relacionadas com a escalabilidade anunciada ao produto Microsoft SQL Server. Devido a essas limitações, a solução inicial para a implementação do sistema teve que ser alterada. Assim, o sistema de replicação teve que ser reformulado e adoptar uma segunda solução. Designo por solução A, a que corresponde a uma rede de quiosques pequena (rede inicial), e a solução B a que corresponde a uma rede de quiosques de muito maior dimensão.

4.9 Solução A — Estrutura em estrela

A primeira fase da implementação da replicação corresponde à solução A, em que o sistema global é constituído por um servidor que desempenha o papel de servidor de publicação e de distribuição na mesma máquina, onde todos os quiosques se ligam. A solução A satisfaz uma rede de quiosques com poucas dezenas.

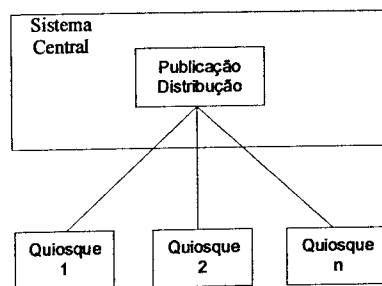


Figura 4.1 — Estrutura do Sistema global para a Solução A

A manipulação da informação e consequente armazenamento das transacções para replicação, ocorrem na mesma máquina. Todos os quiosques se ligam directamente ao sistema central para que se processa a transferência dessas transacções. Este tipo de estrutura é conhecido por estrutura em estrela. O sistema central é a entidade responsável por manter a informação e por fazer o atendimento de todos os quiosques da rede.

A informação produzida nos quiosques (contactos e eventos) é directamente agregada no servidor do sistema central.

4.10 Solução B — Estrutura em árvore

A segunda fase da implementação da replicação corresponde à solução B, em que o sistema global é constituído por um servidor que desempenha o papel de servidor de publicação, um servidor que faz o papel de servidor de distribuição principal (raiz) e por vários servidores no papel de servidores de distribuição secundária. Cada servidor de distribuição secundária é alimentado pelo servidor de distribuição principal.

A criação de servidores secundários teve como principal objectivo a introdução na arquitectura de servidores regionais, em que cada servidor regional “alimenta” com informação um conjunto de quiosques de uma determinada zona geográfica. Desta forma consegue-se ter uma redução nos custos de comunicação por um lado, porque os quiosques dessa região deixam de se ligar a um sistema central geograficamente distante, e minimiza-se o problema da escalabilidade do sistema, por outro lado.

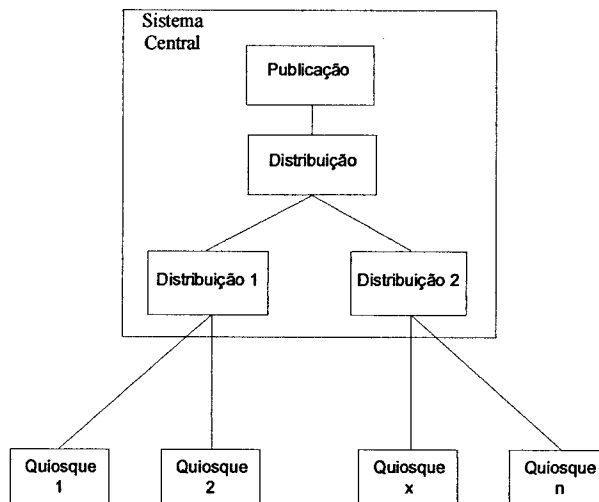


Figura 4.2 — Estrutura do Sistema global para a Solução B

Embora, aparentemente, a estrutura se pareça com uma estrela, sistema central no centro e os vários quiosques em seu redor, do ponto de vista da circulação da informação a carga encontra-se distribuída. O servidor que comporta a base de dados principal, onde a mesma é publicada, é distinto do servidor que faz a distribuição. Do servidor de distribuição principal, destinado a libertar carga de processamento no servidor principal, as transacções são replicadas de forma independente para outros servidores de distribuição, que assumem o papel de distribuidores regionais. Estes servidores regionais alimentam um conjunto de poucas dezenas de quiosques.

A informação produzida nos vários quiosques, segue, em sentido inverso, o ramo por onde lhe chega a informação dos imóveis, passando pela agregação da informação no distribuidor regional e depois pela agregação final, no servidor principal.

4.11 Estrutura Global do Sistema — Solução A

A Figura 4.3 ilustra a estrutura global do sistema Bolsa Imobiliário para a solução A, onde vemos os seus componentes principais, qual o tipo de fluxo de dados que circulam entre esses componentes e as interacções com o exterior.

O fluxo de informação que diz respeito ao processo de replicação da informação encontra-se representado por setas curvilíneas a cor.

Os rectângulos maiores, representados a traço interrompido, correspondem a máquinas que englobam um conjunto de serviços acedidos via rede. Os rectângulos designados por Quiosques, representam os n quiosques que constituem a rede.

É o quiosque que tem a iniciativa de estabelecer o canal de comunicação com o sistema central todos os dias, segundo uma determinada hora programada.

4.11.1 Servidor Principal

Na máquina que desempenha as funções de servidor principal, existem várias base de dados que dão suporte às funcionalidades anteriormente descritas.

- Base dados “S” — contém toda a informação sobre os imóveis e aplicações a replicar para os quiosques, repartida convenientemente por várias tabelas e procedimentos que ajudam a manipulação e manutenção dessa informação. Também serve de ponto de agregação dos dados sobre eventos e contactos, provenientes de todos os quiosques da rede.
- Base dados “C” — contém a informação sobre os imóveis que estão a ser carregados pela Web, que depois são movidos para a base de dados principal, momento a partir do qual passam a estar disponíveis no sistema.
- Base dados “H” — contém a informação dos imóveis que vão sendo abatidos e dos eventos e contactos que vão sendo processados. Periodicamente a base de dados é limpa com a passagem desta informação para ficheiros e posterior arquivamento.
- Base dados “D” — contém todas as transacções provenientes de tabelas marcadas para replicação na base de dados “S”. No momento em que um quiosque se liga ao sistema central, as transacções que lhe dizem respeito são aplicadas na base de dados residente no quiosque.

São três as interacções externas principais com o servidor principal:

- Com a aplicação “Gestor S” que permite a manipulação da informação armazenada na base dados “S” nomeadamente proceder às alterações de características de imóveis, ao carregamento de informação auxiliar indispensável ao enquadramento da informação e processamento dos eventos e contactos.
- Com o servidor Web no fornecimento das imagens dos imóveis para serem vistas na Web e na recepção de informação dos imóveis que são carregados via Web.
- Com todos os quiosques da rede para a replicação da informação em ambos os sentidos.

Apenas a interacção realizada com a aplicação “Gestor S”, é feita com um operador do sistema, as outras duas interacções dão-se entre processos residentes em máquinas remotas.

4.11.2 Servidor Web

O servidor Web, faculta o acesso via Web a duas aplicações distintas: a aplicação para o carregamento dos imóveis no sistema e a aplicação de visualização da informação dos imóveis, equivalente à de um quiosque.

O carregamento da informação faz-se por introdução de dados directamente na base de dados “C” e por *uploads* de ficheiros de imagem que também são inseridos na base de dados “C”. A informação auxiliar que é necessário mostrar na aplicação de carregamento vem da base de dados “K web”. Esta base de dados resulta da replicação da base de dados “S”, excluindo a replicação das tabelas que contêm imagens, devido a limitações do HTML.

A consulta aos imóveis da bolsa, faz-se por uso de uma aplicação Web, cuja informação é retirada da base de dados “K web”. Pela mesma aplicação Web também se faz a introdução de contactos na base de dados “K web”. Esta base de dados é idêntica à base

de dados residente num quiosque normal, exceptuando-se as imagens dos imóveis que estão residentes em ficheiros, devido a particularidades específicas de visualização de imagens por HTML.

A informação a mostrar via Web sofre um pré-processamento com o objectivo de reduzir o tempo de espera das n pesquisas que estejam a ser realizadas em simultâneo num determinado momento. O pré-processamento corresponde a um procedimento que corre diariamente e que preenche várias tabelas com toda a informação necessária, de forma a que a consulta à informação seja mais rápida. A situação no quiosque é diferente porque apenas existe um utilizador no sistema, sendo a extracção de dados e imagens efectuada directamente das tabelas replicadas.

4.11.3 Quiosque

Os utilizadores interagem com o quiosque mediante a aplicação de imóveis e a aplicação de simulação. Existe a base de dados local, designada por “K”, que é uma réplica da base de dados existente no sistema central. As aplicações acedem à base de dados local através da camada ODBC.

No quiosque também existe uma base de dados de distribuição, designada por “DK”, onde são armazenadas as transacções correspondentes à entrada de contactos e eventos.

Quando chega a hora programada de estabelecimento da ligação ao sistema central, o quiosque estabelece-a, verifica a conectividade de rede ao sistema principal e lança as tarefas remota e local de distribuição das transacções. Assim que terminem as actualizações nos dois sentidos, o sistema NT detecta a ausência de tráfego no canal e desliga a respectiva chamada.

O quiosque também tem a possibilidade de fazer atendimento, para eventuais acções de manutenção remota a partir do sistema central.

4.11.4 Fluxo dos dados replicados

Como se pode ver pela Figura 4.3, toda a actividade transaccional relacionada com alterações a dados na base de dados “S”, é copiada para a base de dados “D” sob a forma de comandos a replicar. Por outro lado e pelo mesmo princípio de funcionamento, os novos registos que dão entrada na base de dados “Kn” são acumulados na base de dados de distribuição “DKn”.

Quando o quiosque se liga ao servidor principal, lança os processos de distribuição de dados dos dois sentidos. As transacções acumuladas na base dados “D” são aplicadas na base dados “Kn” (actualizações de imóveis), e as transacções acumuladas na base dados “DKn” são aplicadas na base dados “S” (contactos e eventos).

4.12 Estrutura Global do Sistema — Solução B

A Figura 4.4 ilustra a estrutura global do sistema Bolsa Imobiliário para a solução B, onde se pode ver os componentes principais, qual o tipo de fluxo de dados que circulam entre esses componentes e as interacções com o exterior.

O fluxo de informação que diz respeito ao processo de replicação da informação encontra-se representado por setas curvilíneas a cor. Repare-se que os serviços relacionados com replicação de informação para os quiosques, estão agora atribuídos a servidores dedicados a esses serviços. No servidor principal já não correm processos de distribuição de dados.

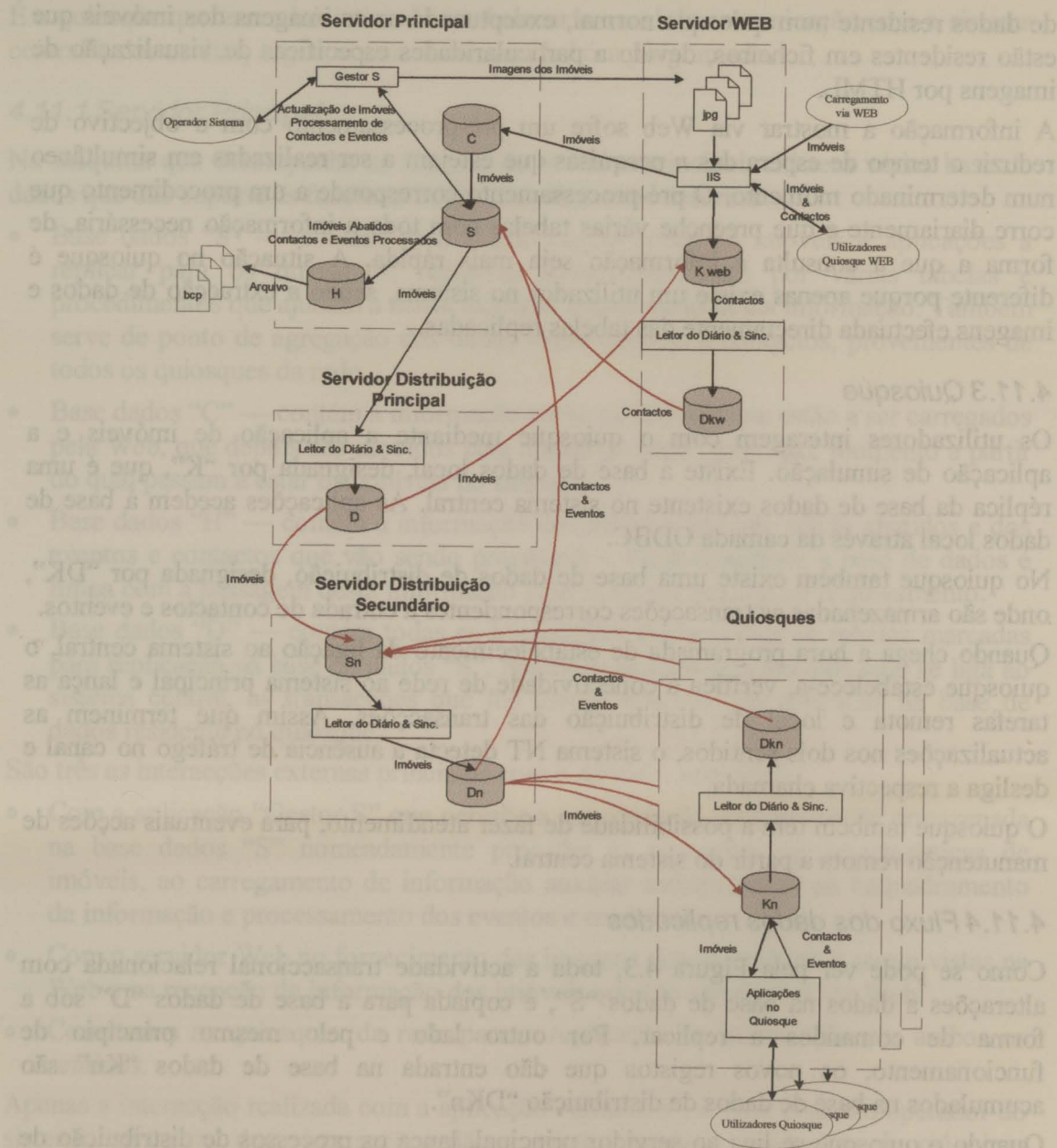


Figura 4.4 — Estrutura geral do sistema Bolsa Imobiliário — Solução B

Nesta estrutura designada por Solução B, devido ao crescimento da rede de quiosques, o servidor principal deixa de ter a responsabilidade de manter a base de dados de distribuição e de fazer o atendimento de comunicações dos quiosques. Passam a existir servidores dedicados para garantir o aumento natural do número de quiosques e garantir uma boa capacidade de processamento global do sistema.

Quer no servidor principal, quer no servidor Web e mesmo nos quiosques, a interacção externa com os mesmos e os fluxos de informação mantêm-se.

O objectivo de ter servidores de distribuição secundários é reduzir, no servidor principal, a carga no atendimento de quiosques e a carga de processamento das tarefas de distribuição, possibilitando assim o aumento significativo do número global de quiosques na rede.

Do ponto de vista do servidor de distribuição principal, os dados dos imóveis são publicados para um ou mais servidores de distribuição secundários tal como se de quiosques se tratassem.

Em sentido inverso, a subscrição da informação dos contactos e eventos é idêntica, com a diferença de que essa informação já vem agregada, proveniente de vários quiosques. Para efeitos de replicação, a subscrição é idêntica à de um quiosque, mas neste caso corresponde a várias subscrições de vários quiosques de que, entretanto, os dados já foram agregados no servidor de distribuição.

4.12.1 Servidor Distribuição Primário

A base de dados de distribuição "D" e respectivo serviço de distribuição passam a residir no servidor de distribuição principal. O processo que lê o diário da base de dados "S", acede remotamente, via rede local, ao servidor principal para obter e armazenar na base dados "D" as transacções efectuadas na base dados "S". Neste aspecto, este servidor desempenha o papel de "armazém" dos dados transaccionais, a aplicar em todos os quiosques da rede.

Este servidor tem também o serviço de atendimento RDIS, no papel de interligação de rede, isto é, é apenas um "ponto de passagem" de pacotes, conhecido na terminologia de redes por *gateway*.

A comunicação entre os servidores de distribuição secundários e o servidor principal é proporcionada pela função de "ponte de passagem" do servidor de distribuição principal, já que é no servidor principal que se faz a agregação dos dados dos contactos e eventos provenientes dos quiosques, informação que por sua vez também já foi agregada nos servidores de distribuição secundários.

4.12.2 Servidor Distribuição Secundário

Entre o servidor principal de distribuição e os quiosques, aparece um ou mais servidores, designados por servidor distribuição secundário. Este tipo de servidor está dedicado às tarefas de redistribuição da informação por um conjunto de quiosques, incluindo o atendimento para a comunicação dos mesmos, e à agregação dos dados enviados por esse mesmo conjunto de quiosques. Este servidor desempenha tecnicamente o papel de servidor tampão entre o sistema central e um conjunto determinado de quiosques. Deixa de haver comunicação directa entre o servidor principal e os quiosques da rede. A agregação final dos dados provenientes dos quiosque é realizada por replicação para a base de dados "S" que existe no servidor principal.

Em cada servidor de distribuição secundário, existem duas base de dados que dão suporte à funcionalidade tampão atrás mencionada:

- Base dados "Sn" — réplica da base dados "S" existente no servidor principal. Assume o papel de base de dados origem para a replicação da informação dos imóveis para os quiosques. Também serve de ponto de agregação dos dados sobre eventos e contactos, provenientes dos quiosques que se ligam a este servidor.
- Base dados "Dn" — contém as transacções aplicadas na base dados "Sn", provenientes da replicação do servidor principal para este servidor. Estas transacções serão aplicadas na base dados "Kn" quando os respectivos quiosques se ligarem a este servidor.

4.12.3 Fluxo dos dados replicados

Como se pode ver pela Figura 4.4, toda a actividade transaccional relacionada com alterações a dados na base de dados “S”, vai parar à base de dados “D” residente no servidor de distribuição principal, como comandos a replicar.

Quando um servidor de distribuição secundário se liga, estas transacções são aplicadas na base de dados “Sn” que automaticamente são copiadas para base de dados “Dn”, pelo processo que lê o diário da base dados “Sn”.

Como se pode ver, ao contrário do que acontece na solução A, a transferência destas transacções é feita por uma máquina intermediária, o servidor de distribuição secundário.

Quando um quiosque se liga ao servidor de distribuição secundário, lança os processos de distribuição de dados dos dois sentidos. As transacções acumuladas na base dados “Dn” são aplicadas na base dados “Kn” (actualizações de imóveis), e as transacções acumuladas na base dados “DKn” são aplicadas na base dados “Sn” (contactos e eventos). Outros quiosques fazem o mesmo, dando-se a primeira agregação de dados.

Segundo o mesmo princípio de funcionamento, quando um servidor de distribuição secundário se liga ao servidor de distribuição principal, lança os processos de distribuição de dados dos dois sentidos. Os dados acumulados na base de dados “D” são aplicados na base de dados “Sn” e os dados provenientes dos quiosques e acumulados na base dados “Dn” mais uma vez são replicados e agregados na base de dados “S” do servidor principal, dando-se a segunda agregação de dados.

4.13 Resumo e Conclusões

Com a entrada do sistema em produção e tendo em conta a sensibilidade adquirida quanto ao seu comportamento com a entrada de novos quiosques para a rede, a introdução de servidores de distribuição secundários (solução B), veio aliviar significativamente a carga de processamento no servidor principal, das tarefas de distribuição da informação pelos quiosques. A distribuição da informação pelos quiosques passou a ser realizada por um ou mais servidores auxiliares (distribuição secundária), com a nítida vantagem de se poder fazer aumentar significativamente o número de quiosques na rede, aproveitando a tecnologia de replicação do SQL Server.

Usando a tecnologia de replicação do SQL Server com servidores encadeados, os processos de configuração e de funcionamento são iguais em qualquer servidor intermediário. O produto SQL Server é suficientemente escalável para esta situação, mas quanto ao número de quiosques que um determinado servidor poderá suportar para replicar informação, já não é bem assim. A justificação desta afirmação está contemplada no capítulo seguinte, na sequência da estrutura de dados do sistema de replicação.

A estrutura da Solução B apresenta a um tempo de latência maior, porque a informação a replicar para os quiosques, passa por um sistema intermediário e também pelo facto de a replicação ser assíncrona. Do ponto de vista prático, para minimizar este período de latência o ciclo de restabelecimento de comunicações por dia entre um servidor de distribuição regional e o servidor de distribuição principal, foi aumentado, relativamente ao ciclo dos quiosques que se ligavam directamente ao servidor principal.

A solução B surgiu da necessidade de crescimento da rede de quiosques e pela natural escalabilidade que o sistema deve garantir e suportar.

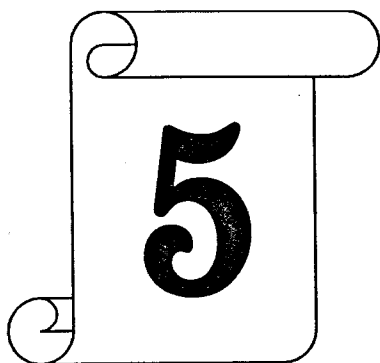
Constatei na prática que na solução A, o sistema principal pode distribuir informação directamente até cerca de 50 quiosques. Para um maior número de quiosques, o sistema

de replicação do SQL Server começa a ressentir-se quanto ao aumento do número de subscritores, acima do anteriormente mencionado.

Com a atribuição de máquinas dedicadas à tarefa de distribuição dos dados pelos quiosques, referida por solução B, o número ideal que não deverá ser excedido é de 100 subscritores.

Tendo em conta os valores empíricos a que cheguei, a rede de quiosques poderia crescer para cerca de $50 \times 100 = 5000$ quiosques. Este exemplo usa 50 servidores de distribuição que replicam directamente do servidor de distribuição principal, e cada servidor de distribuição replica directamente para 100 quiosque.

Se houvesse a necessidade de fazer crescer ainda mais a rede de quiosques, poder-se-ia contemplar mais um nível de servidores de distribuição, designados por servidores de distribuição terciários.



Estruturas de dados do Sistema Bolsa Imobiliário

Neste capítulo são apresentadas as estruturas de dados que constituem as bases de dados que dão suporte ao funcionamento do sistema Bolsa Imobiliário, incluindo o suporte para a replicação de informação.

Na estrutura de dados que suporta a replicação, foram detectados alguns problemas que condicionam a existência de um número elevado de servidores de subscrição (os quiosques). É apresentada uma alternativa à estrutura, de como deveria ter sido implementada que resolveria esta questão.

É explicada a replicação de aplicações, aproveitando o mecanismo de replicação de dados proporcionado pelo sistema de replicação do SQL Server.

5.1 Introdução

A estrutura de dados da base de dados de distribuição é a que efectivamente dá suporte ao funcionamento da replicação de dados e aplicações no sistema. As bases de dados residentes no servidor de distribuição principal, nos servidores de distribuição secundários, nos quiosques e no servidor Web são exactamente iguais em termos de estrutura. Como as estruturas são iguais nos diferentes contextos, apenas será referida a estrutura de uma base de dados de distribuição genérica.

As bases de dados que contêm a informação dos imóveis, contactos e eventos, residentes nos vários servidores e quiosques, também são idênticas e, por este motivo, apenas será referida a base de dados principal (residente no servidor principal).

A estrutura de dados das aplicações que correm nos quiosques (Imobiliário e Simulação), dependem da estrutura de dados externa, residente na base de dados do quiosque, e da estrutura de dados interna da aplicação. A estrutura interna das aplicações foi omitida, por não ser relevante para o estudo em causa.

As figuras apresentadas seguem a representação UML [1], segundo um modelo criado na aplicação "Rational Rose" [8] que usa a terminologia UML. Em algumas das figuras poderão aparecer objectos repetidos (com a referência "*from*"), a referirem a proveniência do pacote, que foram salientados a cor diferente, de forma a facilitar o relacionamento global desses objectos.

São apontadas as virtudes e ao mesmo tempo as limitações que a estrutura das tabelas da base de dados de distribuição apresenta, quando o número de servidores de subscrição é significativamente grande.

Tendo em conta as limitações, é apresentada uma estrutura de tabelas, que na minha opinião, deveria ter sido usada na implementação da replicação, aproveitando o conceito e filosofia do sistema de replicação actual, que me parece bastante simples e flexível. Esta estrutura resolveria os problemas de escalabilidade, permitindo aumentar

significativamente a distribuição de dados de um mesmo servidor de distribuição, para um número de quiosques bastante superior à limitação prática actual.

O capítulo seguinte refere os processos envolvidos no sistema de replicação e no funcionamento global do sistema da Bolsa Imobiliário. Os processos implementados no SQL Server relacionados com a replicação, por si só não completam a solução final do sistema Bolsa Imobiliário. Tive que os complementar com processos adicionais para efectivamente dar o toque final às funcionalidades requeridas no sistema global, de forma a que o mesmo, especialmente no que diz respeito à replicação de informação, se tornasse num sistema autónomo.

5.2 As bases de dados do sistema Bolsa Imobiliário

A informação disponibilizada aos utilizadores nos quiosques encontra-se reunida numa base de dados local, designada por base dados "K", que é uma cópia parcial da base de dados existente no servidor principal, designada por "S". Esta cópia parcial efectua-se por uma sincronização inicial da mesma e depois pela movimentação de transacções que o sistema de replicação se encarrega de lhe fazer chegar.

No sentido inverso, do quiosque para o sistema principal, também se efectua uma cópia parcial da base de dados "K", por sincronização inicial da mesma e depois pela movimentação de transacções que o sistema de replicação se encarrega de fazer chegar à base de dados "S".

Esta movimentação de transacções entre sistema central e quiosques recorre à implementação da replicação proporcionada pelo pacote de software SQL Server da Microsoft.

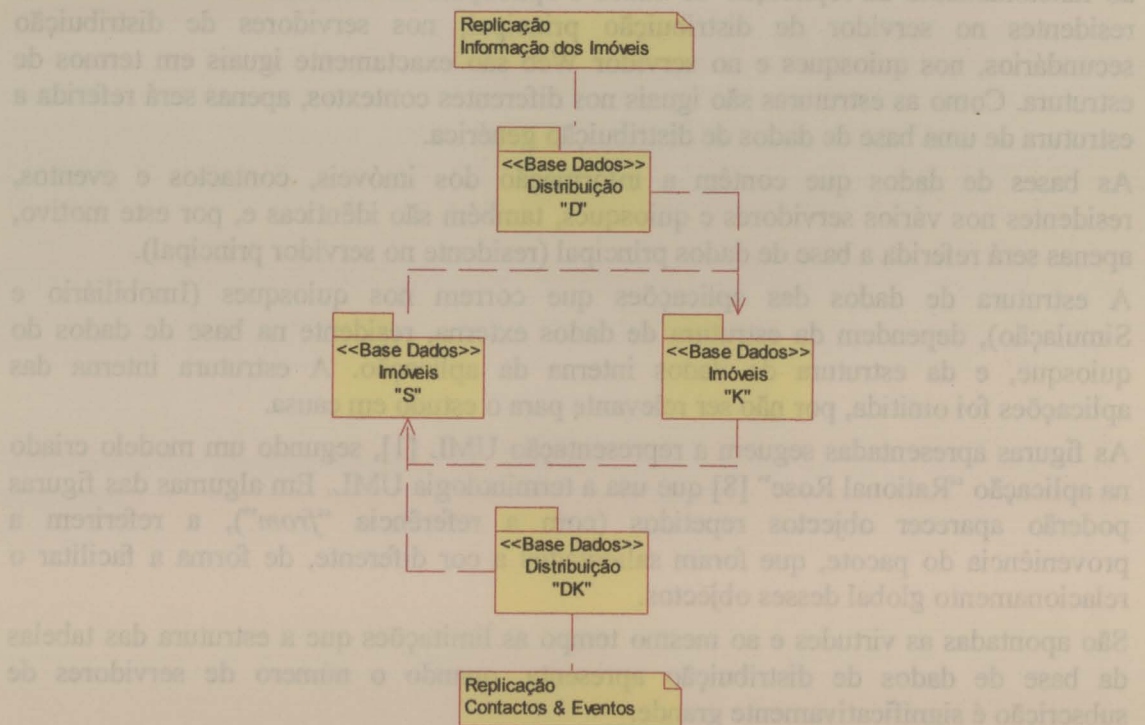


Figura 5.1 — Dependências entre as bases dados dos imóveis "S" e "K" e as bases de dados de distribuição "D" e "DK"

A Figura 5.1 ilustra as dependências, em termos estruturais, que existem entre as várias bases de dados que participam no processo de replicação da informação.

A base de dados "S" contém tabelas com a informação dos imóveis a pesquisar, tabelas com informação auxiliar que definem e caracterizam os imóveis e tabelas com informação auxiliar que servem de suporte ao funcionamento do sistema. Estas tabelas são consideradas como tabelas primárias, já que são as fontes de informação. Existe outro tipo de tabelas, designadas por tabelas de agregação de dados, onde são agregados os contactos e eventos provenientes de todos os quiosques da rede.

A base de dados "K", residente em cada quiosque, contém as tabelas com a informação dos imóveis a pesquisar (que são as tabelas replicadas da base de dados "S") e contém as tabelas com a informação relativa aos contactos e eventos gerados no quiosque. As tabelas com contactos e eventos são replicadas para o sistema central onde se dá a agregação da informação, conforme já referido.

A replicação de informação dá-se em dois sentidos. Em termos de configuração e funcionamento, a replicação é igual em qualquer um dos sentidos, mesmo com a existência de distribuidores secundários pelo meio. Para configurar e por a funcionar a replicação do servidor principal para um servidor de distribuição, ou de um servidor de distribuição para um quiosque, os procedimentos são exactamente iguais e as tabelas publicadas num distribuidor secundário são as mesmas que as publicadas no servidor principal. No sentido quiosque sistema central, os procedimentos de configuração são semelhantes excepto que as tabelas agora são as publicadas no quiosque.

Na perspectiva do sistema de replicação, pode-se afirmar daqui para a frente, que existem três bases de dados integradas num subsistema de replicação, com as designações: base de dados "Origem", base dados "Distribuição" e base dados "Destino". Dependendo do sentido da informação que quisermos referir, podemos estar a falar das bases de dados "S", "D" e "Kn" respectivamente se o sentido da informação for do sistema central para o quiosque, ou das bases de dados "Kn", "DK" e "S" respectivamente se o sentido da informação for do quiosque para o sistema central.

O sistema de replicação, apenas reconhece os comandos *insert*, *delete* e *update* para proceder à propagação das actualizações da informação nas tabelas da base de dados origem. A base de dados destino terá que ser vista como sendo apenas de leitura de informação. Não é aconselhável proceder a alterações à informação residente em tabelas replicadas.

Assim, quer na base de dados do lado do servidor quer do lado do quiosque, existem tabelas que dão origem a informação, são as tabelas que são marcadas para replicação, e existem tabelas que recebem informação através da replicação.

Nas base de dados "D" e "DK" que dão suporte à replicação da informação em ambos os sentidos, a estrutura é independente das estruturas que as bases de dados de origem e destino possam ter. Durante a fase de configuração da replicação, é criada automaticamente em qualquer base de dados de destino uma tabela de suporte à replicação, que contém a informação do estado da replicação da base de dados respectiva.

Toda a informação transaccional que ocorre na base dados origem, é armazenada nas tabelas da base de dados de distribuição. Quando o processo de replicação é lançado, estas transacções são aplicadas na base de dados de destino e o estado da replicação fica guardado numa tabela específica na base de dados de destino, tabela criada e mantida pelo subsistema de replicação.

5.3 As diferenças nas bases de dados devido à replicação

As diferenças estruturais, tendo em conta a replicação e consequente cópia de informação entre a base dados origem e a base de dados destino, poderão ser pequenas ou não. As diferenças estruturais poderiam ser grandes, se fosse usada a subdivisão vertical na replicação da informação das tabelas, que não é o caso do sistema Bolsa Imobiliário. A informação das tabelas não sofreu nenhuma subdivisão vertical ou horizontal, logo todos os registos existentes nas várias tabelas da base dados origem também existem nas tabelas replicadas para a base de dados destino.

Na base dados origem “S”, a maioria das tabelas que contém a informação dos imóveis são marcadas para replicação durante processo de criação da publicação no servidor principal. O processo de sincronização inicial cria as mesmas tabelas com estrutura semelhante, na base dados “K” e insere nessas tabelas os dados iniciais. Depois, o processo de distribuição, via base de dados “D”, encarrega-se de replicar os comandos que farão a actualização da informação nas tabelas correspondentes da base dados “K”.

As diferenças estruturais que existem entre as bases de dados origem e destino, de forma a garantir que o processo de replicação de informação funcione, estão relacionadas essencialmente com:

- A integridade referencial entre tabelas. O relacionamento entre tabelas existe na base dados origem e não existe na base dados destino. Uma vez que a informação na base dados destino é só para leitura, e já validada na base dados origem, não é necessário existirem restrições que imponham a integridade referencial da informação, já que a mesma é garantida na base dados origem.
- Os campos chave com o atributo “IDENTITY”. A geração automática de identificadores únicos para as chaves das tabelas só pode acontecer na base dados origem. Na base dados destino os respectivos campos das tabelas replicadas não podem ter este atributo definido, violando o conceito de chave primária.

Devido a estas condicionantes estruturais, a configuração da replicação é ligeiramente diferente, em função do sentido de informação. A replicação da informação entre os vários servidores usa os mesmos mecanismos disponibilizados pelo subsistema de replicação.

A sincronização inicial do servidor principal para o servidor de distribuição contempla a transferência da estrutura das tabelas e depois a transferência dos dados. De um servidor de distribuição para um quiosque, a sincronização inicial é a mesma.

A sincronização inicial de um quiosque com o servidor de distribuição contempla apenas a transferência dos dados, já que é esperada a agregação dos dados dos quiosques com os dados de outros quiosques. As tabelas têm que existir à priori.

5.4 Base de dados dos imóveis

A informação a guardar na base dados “S” relativa aos imóveis, está distribuída por várias tabelas relacionadas. A informação relativa aos imóveis, encontra-se distribuída pela maior parte das tabelas que compõe a base de dados “S”, que na sua maioria estão marcadas para replicação.

Decompondo o bloco Imóveis “S” representado na Figura 5.1, temos os três grandes grupos de informação, das tabelas existentes em “S”, conforme ilustrado a Figura 5.2.

O agrupamento de tabelas “Informação Imóveis”, corresponde ao conjunto de tabelas que contém a informação dos imóveis, que na sua maioria são replicadas para os quiosques.

O agrupamento de tabelas “Agregação Contactos & Estatísticas”, corresponde ao conjunto de tabelas que recebem os contactos e eventos de todos os quiosques da rede. Na base de dados “K” de cada quiosque existe o mesmo conjunto de tabelas, onde são inseridos os contactos e eventos. O processo de replicação faz chegar a este conjunto de tabelas os contactos e eventos.

O agrupamento de tabelas “Auxiliares Locais”, corresponde ao conjunto de tabelas que contém informação de apoio ao funcionamento do sistema, não relacionado com a informação sobre imóveis. Algumas destas tabelas também são replicadas para os quiosques.

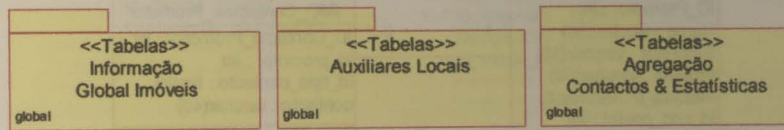


Figura 5.2 — Principais Grupos de Informação na base dados "S"

5.4.1 Informação Global dos Imóveis

Decompondo o agrupamento “Informação Global Imóveis”, temos os agrupamentos de tabelas “Promotores”, “Informação Imóveis”, “Freguesias” e “Localização”, representados na Figura 5.3.

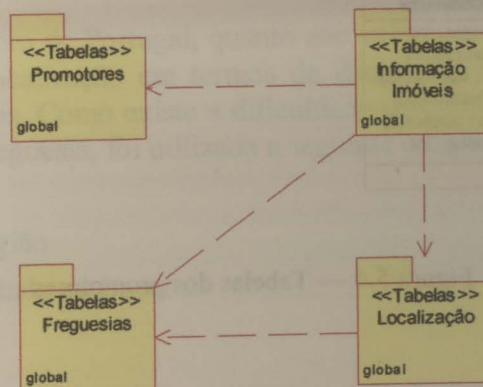


Figura 5.3 — Grupos de Informação Global dos imóveis

5.4.1.1 Promotores

O conjunto de tabelas que definem o agrupamento “Promotores”, agrega a seguinte lista de atributos, distribuídos por várias tabelas relacionadas e representadas na Figura 5.4.

- Nome da entidade que promove o imóvel
- Nome da empresa que promove o imóvel
- Morada da entidade que promove o imóvel
- Código postal da morada da entidade que promove o imóvel
- Eventuais contactos de vários tipos, pertencentes à entidade que promove o imóvel e associados aos respectivos imóveis.
- Nome da entidade construtora do imóvel
- Nome da empresa construtora do imóvel

- Morada da entidade construtora do imóvel
- Código postal da morada da entidade construtora do imóvel

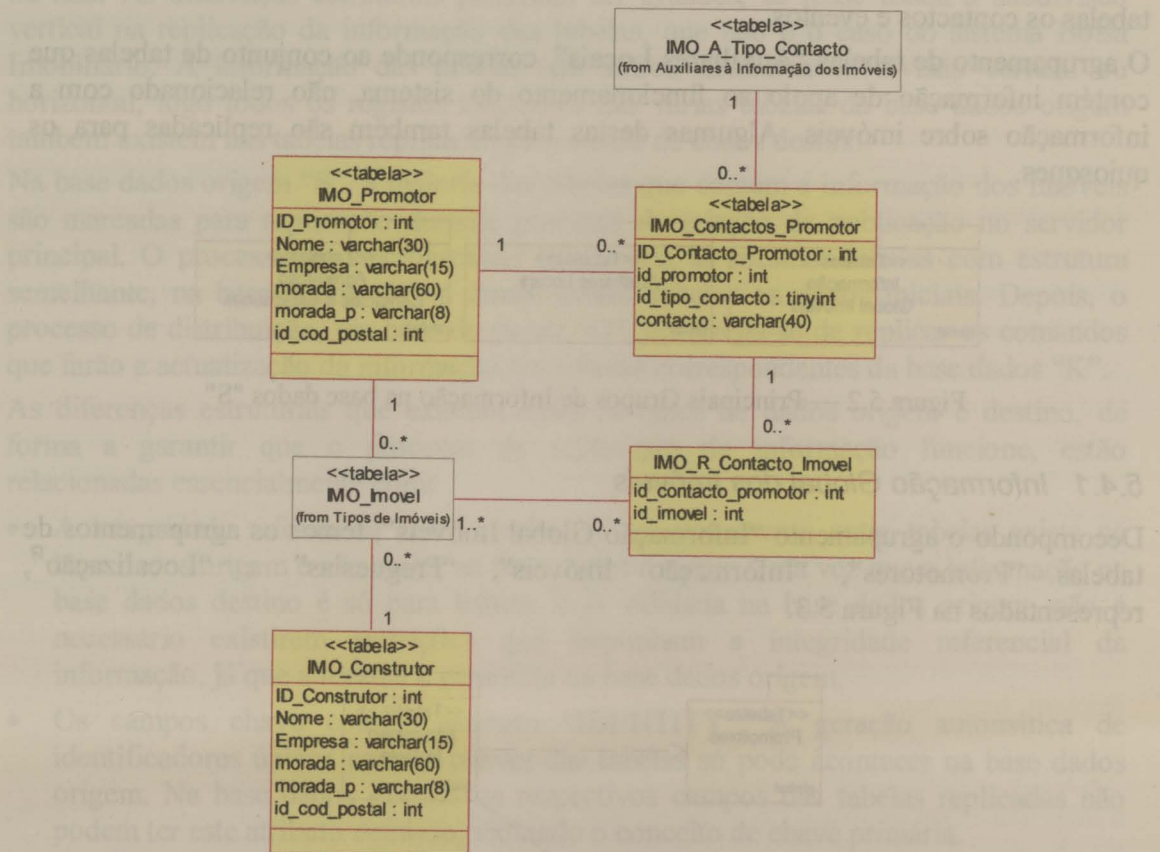


Figura 5.4 — Tabelas dos promotores

5.4.1.2 Freguesias

Todos os imóveis na base de dados têm uma referência geográfica quanto à sua localização, sendo a unidade elementar de referência, a freguesia. Associada à referência existe um mapa que ilustra o enquadramento da freguesia dentro do concelho. Os códigos numéricos usados para referir o distrito, concelho e freguesia, são os publicados pelas entidades governamentais que estabelecem o plano de ordenamento do território nacional.

O conjunto de tabelas que definem o agrupamento “Freguesias”, agrega a seguinte lista de atributos, distribuídos por várias tabelas relacionadas e representadas na Figura 5.5.

- Designação do distrito.
- Designação do concelho.
- Designação da freguesia.
- Código de localização da freguesia, constituído pelos 3 atributos anteriores e atribuído a cada imóvel.
- Mapa de localização da freguesia.
- Código postal, referido à freguesia.

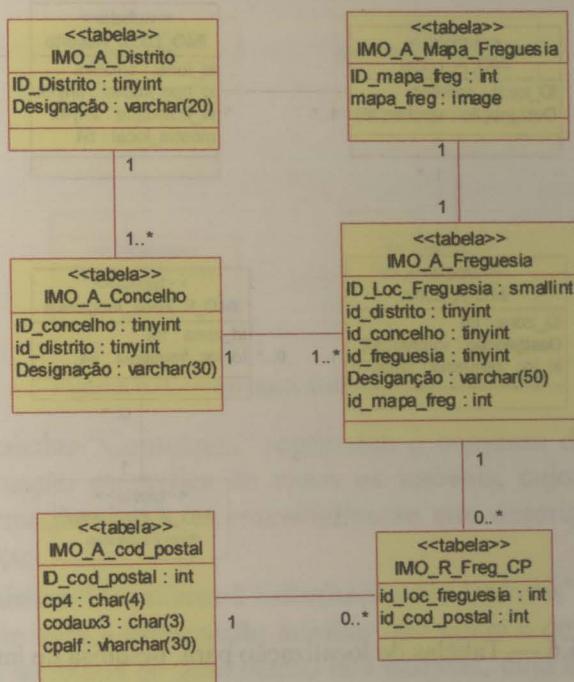


Figura 5.5 — Tabelas de localização geográfica

Para imóveis situados fora de Portugal, quanto aos valores a introduzir nas tabelas que dizem respeito à sua localização em termos de distrito, concelho e freguesia, foram usados valores arbitrários. Como existe a dificuldade de classificar imóveis situados no estrangeiro a nível de freguesia, foi utilizada a seguinte relação:

Distrito $\Leftrightarrow$ País

Concelho $\Leftrightarrow$ Região

Freguesia $\Leftrightarrow$ Cidade ou Local

5.4.1.3 Localização

A localização, é um dos critérios de pesquisa introduzidos pelo utilizador. A localização de um imóveis corresponde ao agrupamento de regiões que por sua vez agrupam algumas freguesias ou todas as freguesias de um concelho.

A definição das demarcações da localização e zona, foi feita em função do senso comum das pessoas e não por uma regra bem definida. Por exemplo, Grande Porto, comum das pessoas e não por uma regra bem definida. Por exemplo, Grande Porto, corresponde ao agrupamento de vários concelhos dentro do distrito do Porto; Zona Norte, corresponde ao agrupamento de todos os distritos da região norte de Portugal. A configuração destas localizações é fácil de fazer, relacionando-se a tabela que contém o elementos básicos de referência geográfica (as freguesias) com as tabelas que contém a definição das localidades e zonas. Estas correspondências resultam num conjunto de freguesias, quer pertençam todas a um concelho, a partes de vários concelhos e até mesmo a distritos.

A Figura 5.6 ilustra o conjunto de tabelas que definem o conceito referido, de forma a que o utilizador possa definir o critério de pesquisa da localização do imóveis pretendidos. Note-se que estas tabelas apenas são utilizadas para definir o critério, enquanto que as tabelas das freguesias, servem para referenciar geograficamente a localização do imóvel, através da utilização de um mapa da freguesia.

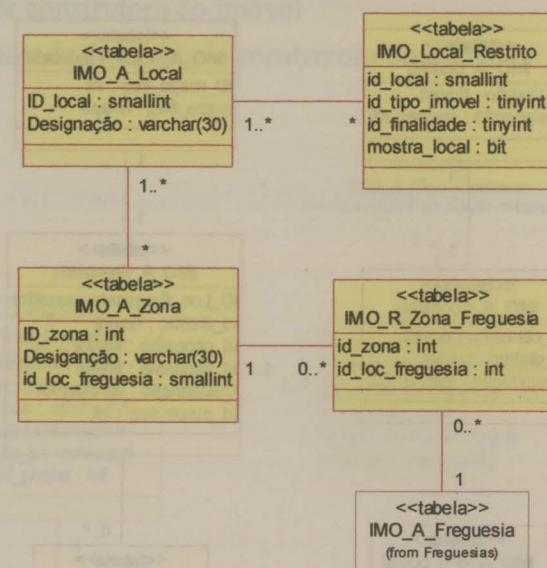


Figura 5.6 — Tabelas de localização para pesquisa de imóveis

O conjunto de tabelas que definem o agrupamento “Localização”, agrega a seguinte lista de atributos, distribuídos por várias tabelas que se relacionam com a tabela que contém todas as freguesias.

- Designação do local.
- Designação da zona, em função do local.
- Variável do tipo tudo ou nada, que server para mostrar ou esconder um determinado local, em função do tipo de imóvel e da finalidade.

Na tabela “IMO_Local_Restrito” é definida a visibilidade de determinados locais em função do tipo de imóvel e da finalidade (modalidade). Isto é, em alguns ecrãs da aplicação Imobiliário que corre no quiosque, aparecem botões que definem os critérios de pesquisa relacionados com localização, tipo de imóvel e modalidade, caso existam imóveis na base de dados que satisfaçam estes critérios. Caso contrário, se o atributo “mostra_local” estiver desactivado, esses botões não aparecem porque não existem imóveis na base dados a satisfazer esses critérios. Existe um procedimento na base dados que corre periodicamente, e que mantém o estado correcto deste atributo.

5.4.1.4 Informação Imóveis

Decompondo o agrupamento “Informação Imóveis”, temos os agrupamentos de tabelas “Conteúdos”, “Auxiliares à Informação dos Imóveis”, “Empreendimento” e “Tipos de Imóveis”, representados na Figura 5.7.

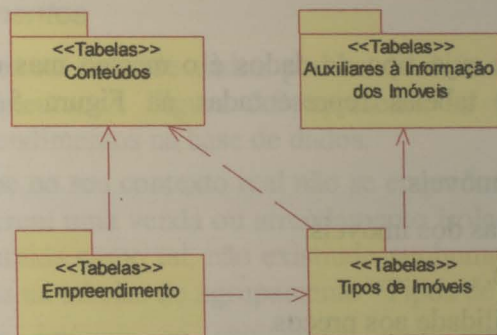


Figura 5.7 — Grupos Informação Imóveis

O agrupamento de tabelas “Conteúdos” representa o conjunto de tabelas relacionadas que contém a informação específica de todos os imóveis, cujos atributos podem ser múltiplos. Esta informação divide-se essencialmente em: descrições textuais, imagens representativas e preços.

O agrupamento de tabelas “Auxiliares à Informação dos Imóveis” representa o conjunto de tabelas que contém toda a informação auxiliar que ajuda a definir os imóveis em si. Estas tabelas contém atributos de informação dos imóveis, cuja definição passa por um identificador associado a uma descrição desse atributo, e que assumem o papel dinâmico na base de dados. Na generalidade, este tipo de tabelas tem duas colunas. Por exemplo, a tabela que define o tipo de imagens representativas de um imóvel, contém duas colunas: uma define o identificador numérico usado em outras tabelas e a outra coluna contém uma descrição daquilo que esse identificador representa.

O agrupamento de tabelas “Empreendimento” representa o conjunto de tabelas relacionadas que definem o elemento empreendimento, que é composto por n imóveis do mesmo tipo ou de vários tipos. Um empreendimento por exemplo, pode conter só andares, ou pode conter andares, lojas e escritórios, etc. Não existem restrições quando à associação a um empreendimento de vários tipos de imóveis.

O agrupamento de tabelas “Tipos de Imóveis” representa o conjunto de tabelas relacionadas que definem o elemento imóvel. Atributos comuns aos vários tipos de imóveis, estão colocados na mesma tabela que por sua vez está relacionada com outras tabelas, uma por cada tipo de imóvel com atributos específicos ao tipo de imóvel.

Existe uma distinção entre o agrupamento de tabelas “Conteúdos” e “Tipos de Imóveis”, apesar de ambos conterem as tabelas que no seu conjunto guardam os atributos dos imóveis. Assim, no agrupamento “Conteúdos” os dados correspondem a atributos que podem ser variáveis em número, sendo do mesmo tipo de dados. No agrupamento “Tipos de Imóveis” os dados correspondem aos atributos fixos que podem ter apenas um valor ou existência nula.

Podemos ter múltiplas descrições textuais e múltiplas imagens para um mesmo imóvel ou empreendimento, e existirem preços de vários imóveis em vários tipos de moedas ou para o mesmo imóvel existir mais do que um tipo de preço, por exemplo, o preço de compra e o preço de aluguer. Estes dois agrupamentos constituem todos os atributos armazenados na base de dados, com a informação específica de cada imóvel.

5.4.1.4.1 Conteúdos

Os atributos dos imóveis cujo tipo de dados é o mesmo mas com n ocorrências, são guardados no grupo de tabelas representadas na Figura 5.8. Nestas tabelas são guardados os atributos:

- Textos descritos dos imóveis.
- Imagens representativas dos imóveis.
- Vários tipos de preços.
- Dar, ou não dar, visibilidade aos preços.

A questão de a aplicação Imobiliário mostrar ou não os preços, embora pareça bizarra do ponto de vista do utilizador, é uma exigência por parte das entidades que promovem os imóveis, existe a facilidade de não divulgar os preços de determinados imóveis. Apesar desta restrição, o preço tem que existir na base de dados para que as pesquisas na base de dados façam sentido, uma vez que um dos critérios escolhidos pelo utilizador é o preço máximo.

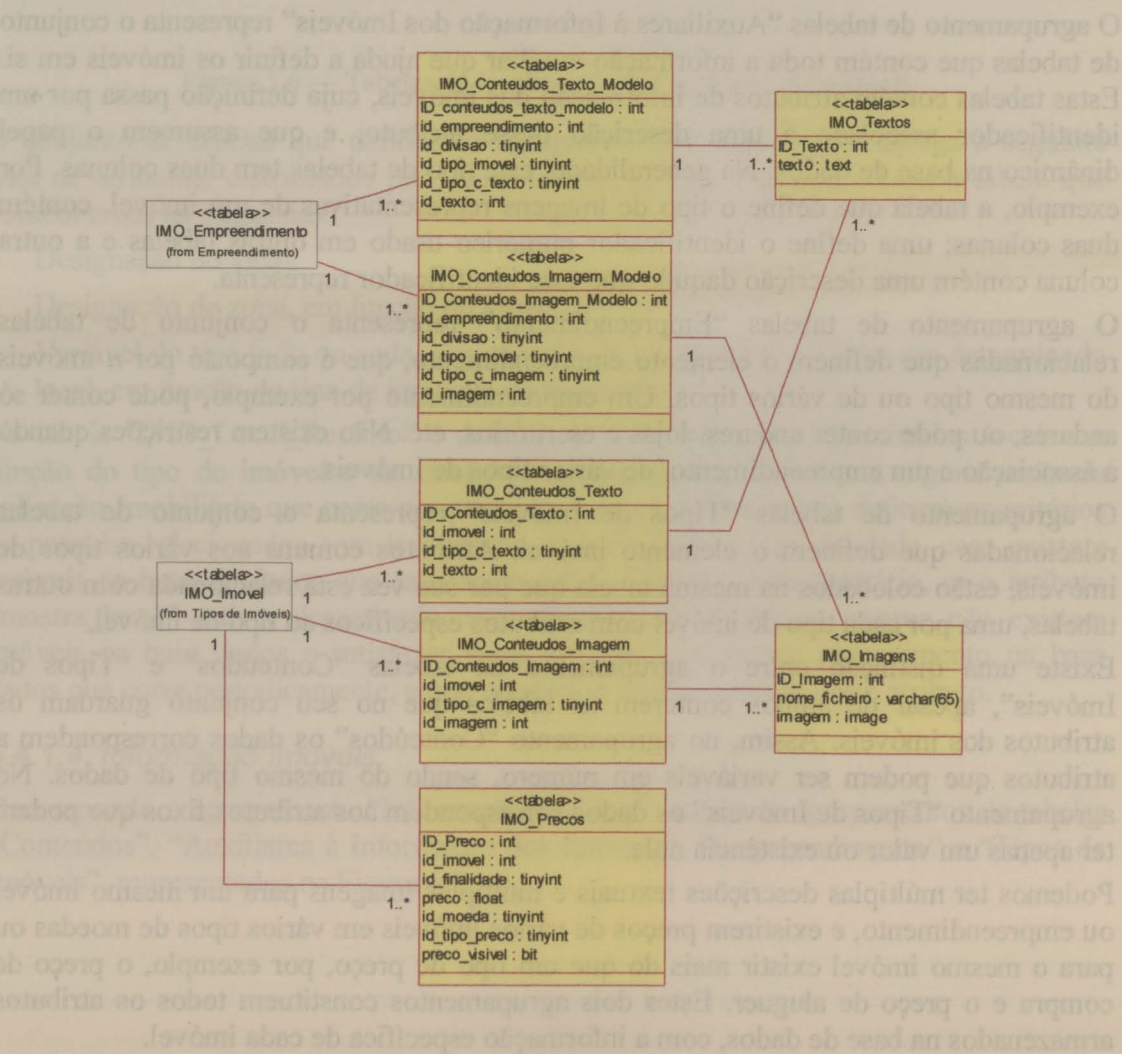


Figura 5.8 — Tabelas de conteúdos

5.4.1.4.2 Empreendimentos

Os imóveis armazenados na base de dados podem de dois tipos: imóveis isolados e imóveis de empreendimento. A Figura 5.9 apresenta as tabelas que permitem o carregamento de empreendimentos na base de dados.

Podemos ter imóveis que no seu contexto real não se enquadram num empreendimento, pelo simples facto de serem uma venda ou arrendamento isolado. Logo a sua existência na base de dados é assumida como tal, não existindo nenhuma informação na tabela de empreendimento, apenas na tabelas do agrupamento “Tipos de Imóveis”.

Quando um ou mais imóveis se enquadram num empreendimento, a tabela “IMO_Fracao” permite criar esse relacionamento.

Os atributos relacionados com um empreendimento são:

- Uma referência usada pela entidade promotora.
- Morada geral do empreendimento.
- Código postal da morada geral do empreendimento.
- Estado geral do empreendimento.

O estado geral do empreendimento corresponde a um atributo meramente indicativo e que poderá não coincidir com alguns dos atributos do estado de um imóvel particularizado, pertencente ao empreendimento (na Figura 5.12 são apresentados os valores possíveis a atribuir a este atributo).

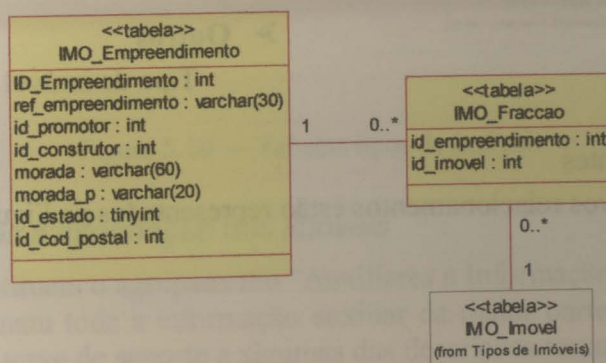


Figura 5.9 — Tabela de empreendimentos

5.4.1.4.3 Tipos de Imóveis

A entidade principal na base de dados “S” que se relaciona com um imóvel na realidade (com existência real), corresponde a um conjunto de tabelas onde são guardados atributos globais e específicos.

Para qualquer tipo de imóvel foi considerado que os seguintes atributos globais seriam suficientes para o descrever.

- Uma referência utilizada pela entidade promotora (que não é chave).
- Associação à entidade que promove.
- Associação à entidade que constrói ou construiu, se existir.
- Data de entrada no sistema.
- O utilizador que fez o carregamento no sistema.

- Dar, ou não dar visibilidade ao imóvel.
- Associação à freguesia.
- As condições em que o imóvel se encontra.
- A morada do imóvel.
- Valor da área do imóvel e qual o tipo de área a que se refere.

O atributo visibilidade permite que o imóvel esteja carregado na base de dados mas não ser considerado nas pesquisas da aplicação que corre no quiosque.

Para os diferentes tipos de imóveis, ainda foram considerados os seguintes atributos específicos:

➤ **Andar**

Piso ou andar
Tipo de divisão
Número de WC
Área da sala comum

➤ **Moradia**

Tipo de divisão
Número de WC
Número de frentes
Área da sala comum

➤ **Escritório**

Piso ou andar
Número de divisões

➤ **Loja**

Piso ou andar
Enquadramento da Loja

➤ **Terreno**

Tipo terreno
Lote
Número de frentes

➤ **Outros**

Tipo de imóvel

As tabelas e respectivos relacionamentos estão representados na Figura 5.10.

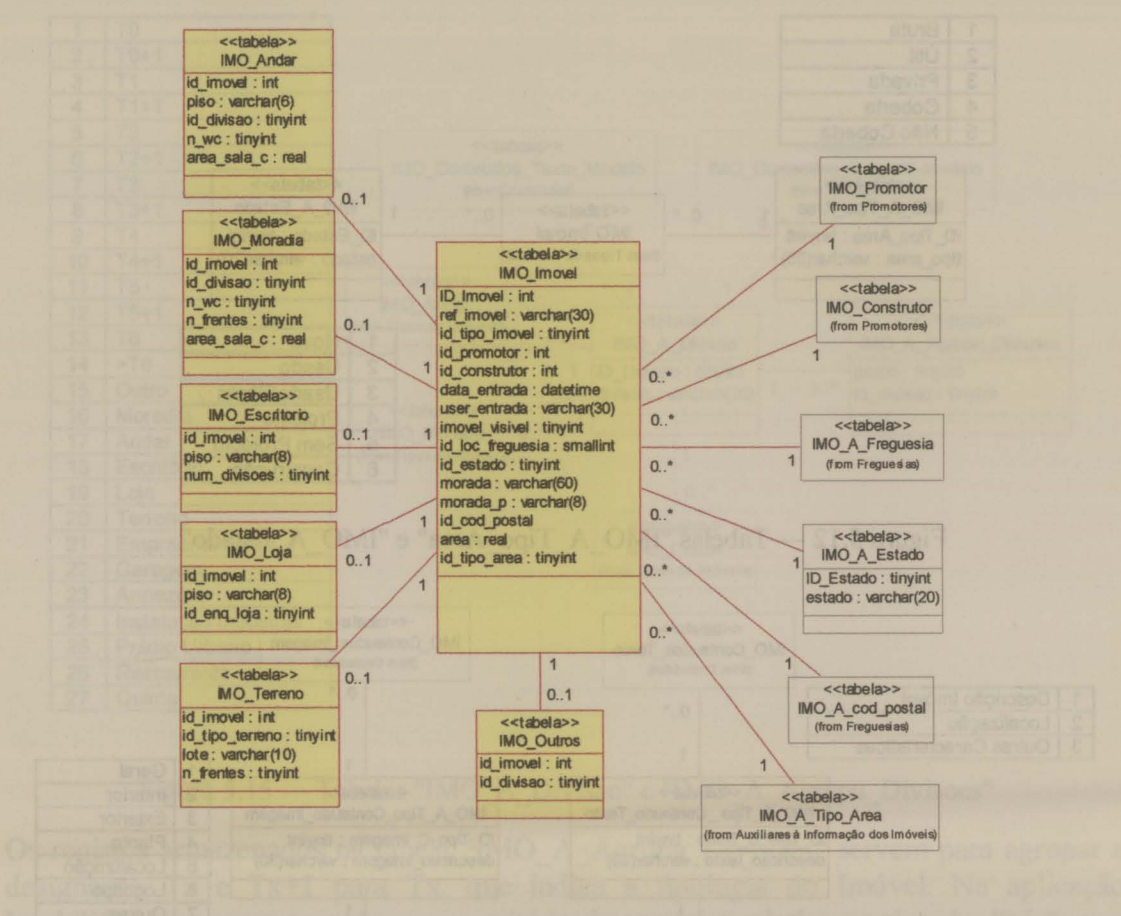


Figura 5.10 — Tabelas tipos de imóveis

5.4.1.4.4 Auxiliares à informação dos imóveis

As tabelas que constituem o agrupamento “Auxiliares à Informação dos Imóveis” são as tabelas que armazenam toda a informação auxiliar da maior parte das tabelas até aqui descritas. Também serve de suporte a algumas das descrições textuais às aplicações que acedem à base de dados.

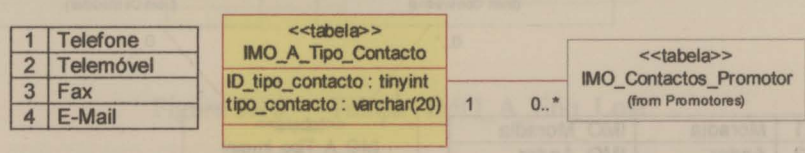


Figura 5.11 — Tabela “IMO_A_Tipo_contacto”

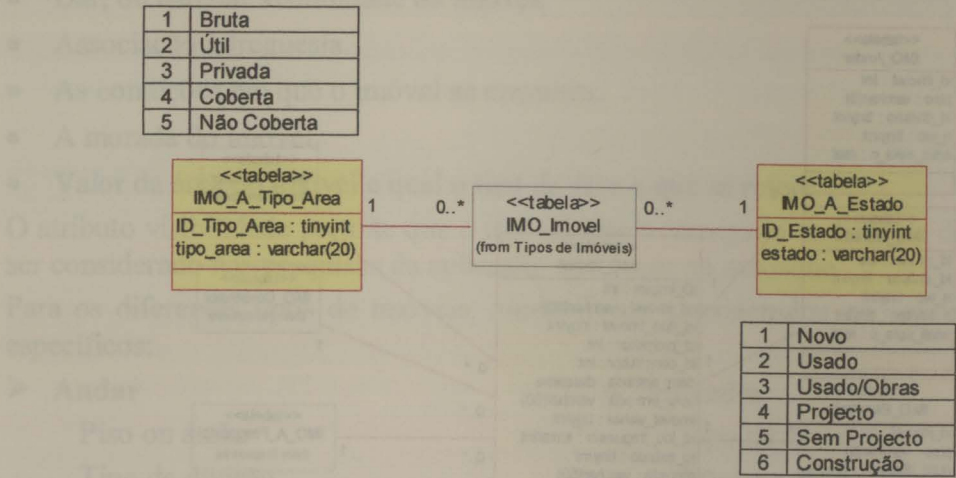


Figura 5.12 — Tabelas "IMO_A_Tipo_Area" e "IMO_A_Estado"

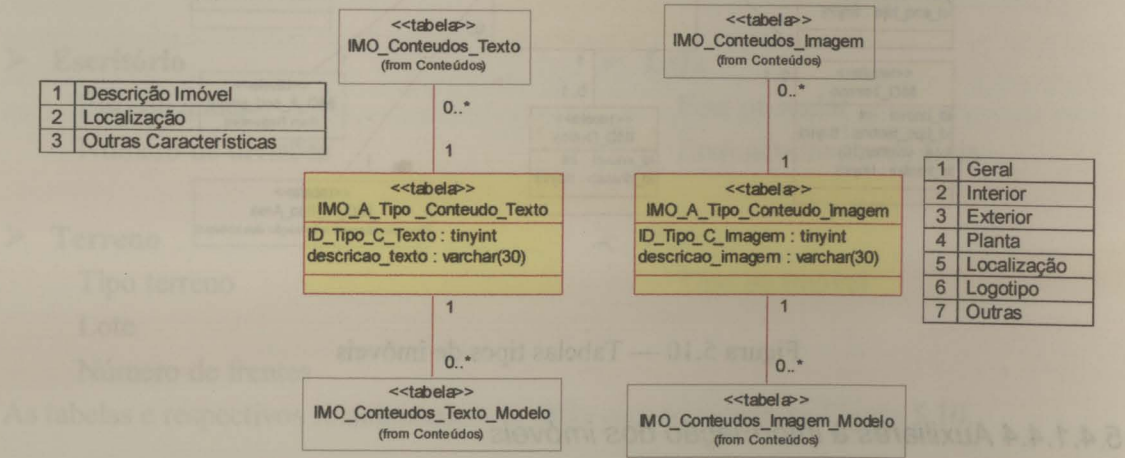


Figura 5.13 — Tabelas "IMO_A_Tipo_Conteudo_Texto" e "IMO_A_Tipo_Conteudo_Imagem"

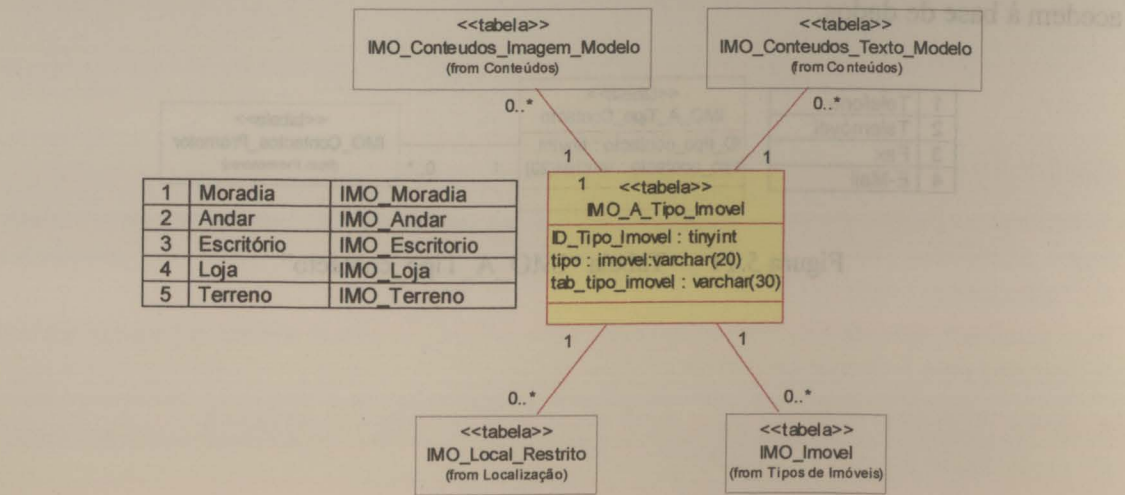


Figura 5.14 — Tabela "IMO_A_Tipo_Imovel"

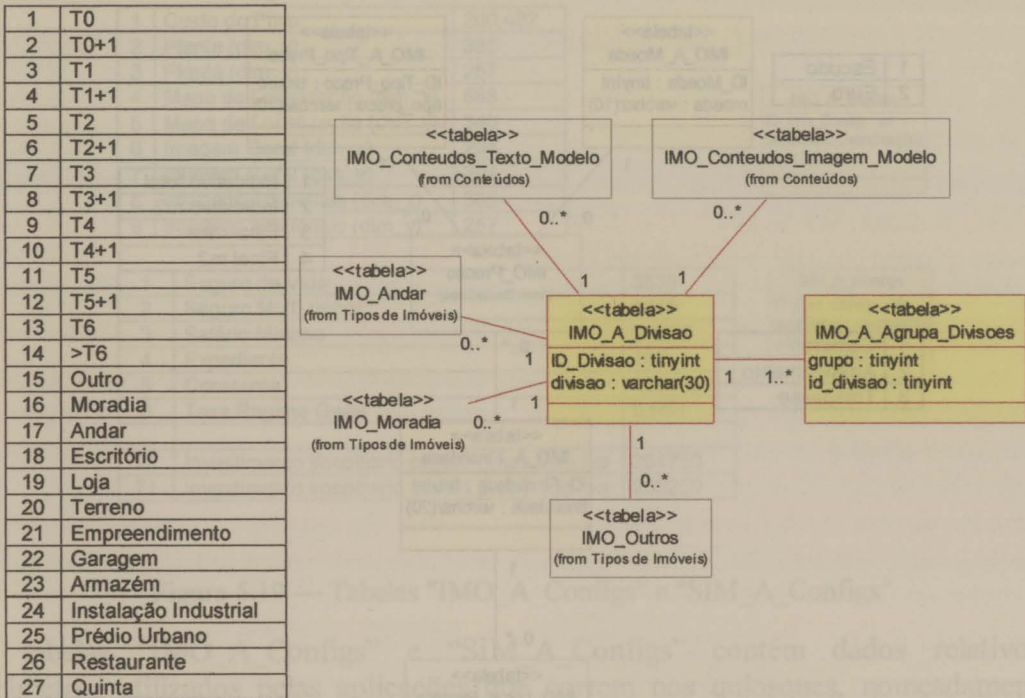


Figura 5.15 — Tabelas "IMO_A_Divisao" e "IMO_A_Agrupa_Divisoas"

Os registos armazenados na tabela “IMO_A_Agrupa_Divisoas” servem para agrupar a designação Tx e Tx+1 para Tx, que indica a tipologia do Imóvel. Na aplicação Imobiliário que corre no quiosque, o critério de pesquisa relativo ao tipo de divisão nos imóveis do tipo Andar e Moradia, apenas aparece o grupo da divisão.

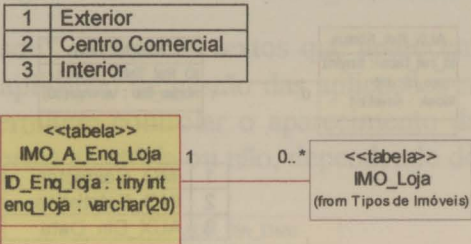


Figura 5.16 — Tabela "IMO_A_Enq_Loja"

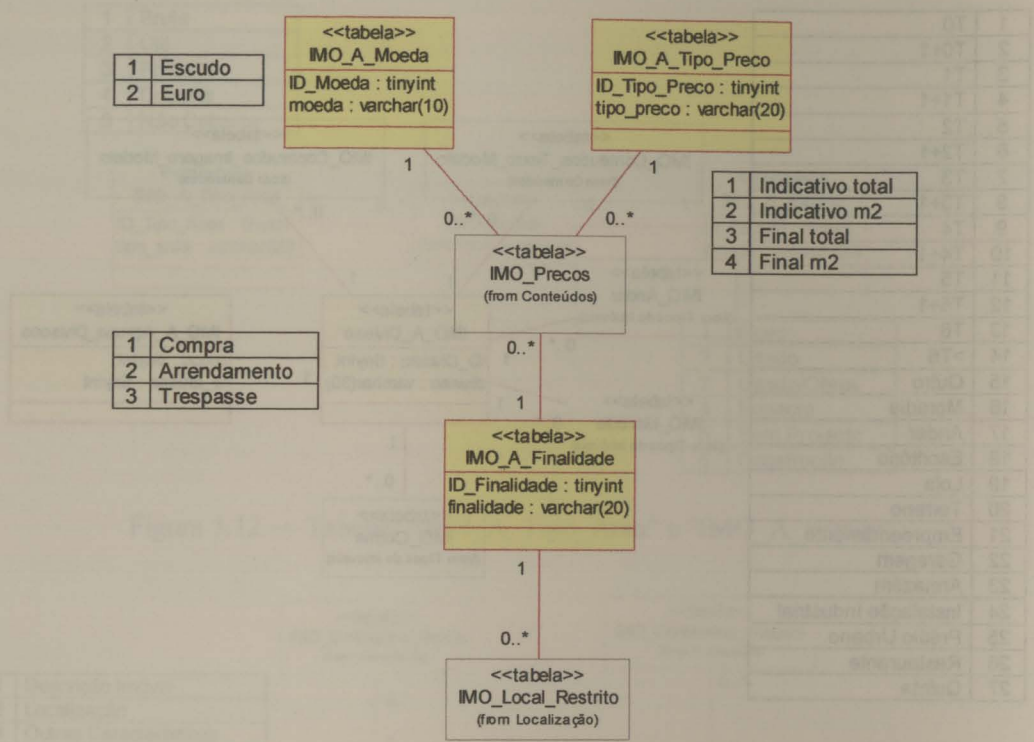


Figura 5.17 — Tabelas “IMO_A_Moeda”, “IMO_A_Tipo_Precio” e “IMO_A_Finalidade”

5.4.2 Auxiliares Locais

Decompondo o agrupamento “Auxiliares Locais”, temos as tabelas que contém informação auxiliar, para o funcionamento de alguns processos no sistema.

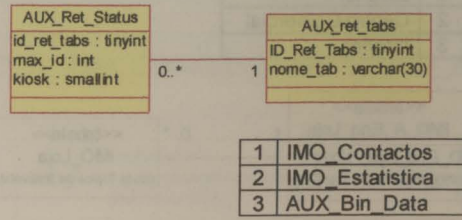


Figura 5.18 — Tabelas "AUX_Ret_Status" e "AUX_Ret_Tabs"

As tabelas “AUX_Ret_Status” e “AUX_Ret_Tabs”, permitem enviar aos quiosques a informação necessária para que os contactos e eventos já processados no sistema central possam ser eliminados na base de dados do quiosque. O campo “id_ret_tabs” identifica qual a tabela processada, o campo “max_id” identifica até que valor dos identificadores de contactos e de eventos já foram processados. O campo “kiosk” permite identificar no quiosque, quais os identificadores de contactos e de eventos que lhe dizem respeito.

1	Custo do Euro	200,482
2	Planta (dim_x)	385
3	Planta (dim_y)	257
4	Mapa de Localização (dim_x)	588
5	Mapa de Localização (dim_y)	340
6	Imagem Geral (dim_x)	294
7	Imagem Geral (dim_y)	294
8	Imagens Adicionais (dim_x)	385
9	Imagens Adicionais (dim_y)	257

IMO_A_Configs

ID_Imo_Config : int
parametro : varchar(50)
valor : float

1	Seguro de Vida	3838
2	Seguro Multi-riscos	1016
3	Salário Mínimo	61300
4	Expediente	187
5	Constante	165000
6	Taxa Regime Geral	5,563
...	...	...
70	Investimento imobiliario custo3 preco com iva	204750
71	Investimento imobiliario custo4 preco com iva	263250

SIM_A_Configs

ID_Sim_Config : int
parametro : varchar(50)
valor(float)

Figura 5.19 — Tabelas "IMO_A_Configs" e "SIM_A_Configs"

As tabelas “IMO_A_Configs” e “SIM_A_Configs” contém dados relativos a parâmetros utilizados pelas aplicações que correm nos quiosques, nomeadamente a aplicação Imobiliário e Simulação.

1	300	300	CAIXA Empresas - O seu bom negócio
2	301	301	SAJE - Aquilo que precisa para começar
3	302	302	Oferta Construção - Garantia de solidez para toda a obra
4	303	303	Oferta Comércio e Serviços - Soluções para a sua empresa
...	...	...	...

IMO_Publicidade

ID_Publicidade : int
seleccao : int
evento : int
texto_pub : varchar(255)

Figura 5.20 — Tabela "IMO_Publicidade"

A tabela “IMO_Publicidade” contém os textos que aparecem numa determinada zona do ecrã, controlada pela aplicação de gestão das aplicações nos quiosques. Os campos “selecção” e “evento” permitem controlar o aparecimento das frases publicitárias por aplicação e por ecrã, de forma aleatória ou não, dependendo dos valores definidos.

AUX_Bin_Data

ID_Bin_Data : int
Tipo_pacote : int
NPacote : int
File_path : varchar(200)
File_name : varchar(60)
File_bin : image

Figura 5.21 — Tabela "AUX_Bin_Data"

A tabela “AUX_Bin_Data”, é a tabela dedicada à replicação de aplicações para os quiosques. Contém os ficheiros que constituem as actualizações ao software das aplicações que correm no quiosque.

O campo “Tipo_pacote” determina se o pacote de software corresponde a um pacote de “instalação”, “desinstalação” ou “actualização”.

O campo “NPacote” permite indicar ao processo que extrai os ficheiros desta tabela replicada para o quiosque, que a actualização do pacote (conjunto de ficheiros de

actualização) é constituída por um determinado número de ficheiros, cuja actualização só poderá ser realizada se já tiverem sido replicadas para a tabela do quiosque todas as linhas que o constituem. Desta maneira consegue-se definir uma unidade lógica de trabalho, dentro do conceito de actualização de um ou mais ficheiros, constituindo assim uma unidade atómica.

Os campos “File_path”, “File_name” e “File_bin” definem respectivamente qual o caminho, o nome do ficheiro e o ficheiro em binário, para onde os ficheiros serão copiados quando extraídos da base de dados.

5.4.3 Agregação dos Contactos & Estatísticas

É na base de dados “S” que se dá a agregação dos dados relativos a contactos e eventos produzidos nos quiosques. A estrutura das tabelas na base de dados “K” (origem) é exactamente igual à estrutura das tabelas na base de dados “S” (destino). A diferença está na informação. Nos quiosques os registos dizem respeito a cada quiosque, que por replicação directa ou indirecta, vão parar às tabelas do servidor principal. Todos os quiosques replicam para as mesmas tabelas, obtendo-se assim a agregação dos dados nas tabelas do servidor principal.

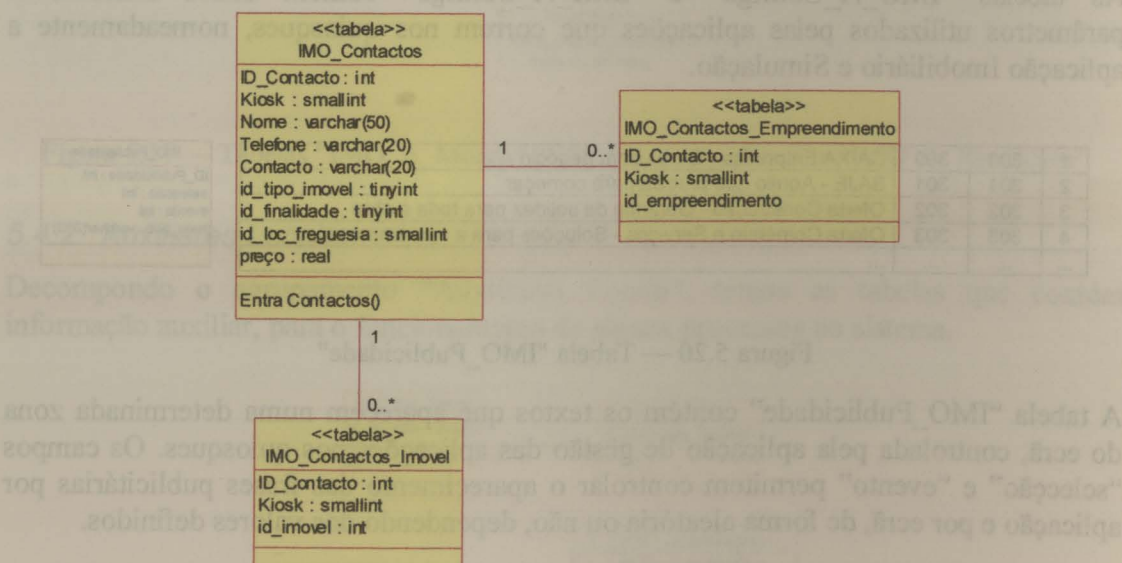


Figura 5.22 — Tabelas para contactos, "IMO_Contactos", IMO_Contactos_Imovel" e "IMO_Contactos_Empreendimento"

A agregação da informação relativa a contactos provenientes dos quiosques, dá-se nas tabelas seguintes tabelas:

- IMO_Contactos — contém um registo por cada contacto que os utilizadores deixem no quiosque.
- IMO_Contactos_Empreendimento — indica se o contacto se refere a um imóvel pertencente a um empreendimento.
- IMO_Contactos_Imovel — se o contacto se refere a um imóvel isolado.

A informação recolhida nos quiosques contém os seguintes atributos:

- Identificador do quiosque.
- Nome da pessoa.

- Contacto telefónico.
- Melhor hora ou altura para a pessoa ser contactada.
- Alguns identificadores de referência do imóvel na base de dados, para se fazer o cruzamento com o imóvel, tipo de imóvel, finalidade freguesia e se o utilizador introduziu algum valor no critério de pesquisa relativo ao preço.

Embora a existência dos identificadores de referência seja redundante, facilitam o processamento da informação dos contactos no servidor principal.

Existem mais duas tabelas que agregam informação proveniente dos quiosques, relacionada com os eventos e informação relativa ao quiosque em si.

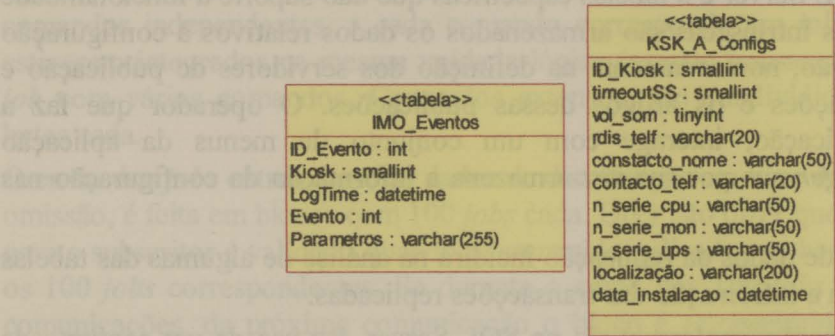


Figura 5.23 — Tabela de eventos "IMO_Eventos" e de configurações "KSK_A_Configs"

As tabelas são as seguintes:

IMO_Eventos — onde são registados todos os toques efectuados no ecrã, referidos aos vários menus das aplicações.

KSK_A_Configa — onde existe um registo por quiosque, com informação relativa ao quiosque e ao equipamento que o constitui.

Os atributos para os eventos são:

- Identificador do quiosque.
- Data e hora do evento.
- Código do evento (existem códigos específicos distintos por cada aplicação e por cada ecrã das aplicações).
- Parâmetros introduzidos pelos utilizadores nos ecrãs das aplicações onde tal informação é solicitada.

Os atributos relativos à informação do quiosque são:

- Identificador do quiosque.
- Valor do *timeout* definido para o arranque do *screensaver*.
- Volume do som configurado.
- Número de telefone para atendimento remoto.
- Nome e contacto de uma pessoa eventualmente responsável pelo local onde o quiosque se encontra instalado.
- Números de série dos equipamentos que constituem o quiosque.
- Localização do quiosque.
- Data e hora da última actualização desta informação.

5.5 Bases de dados de distribuição

Ao contrário das bases de dados “S” e “K”, as bases de dados de distribuição “D”, “Dn” e “DKn”, são exactamente iguais do ponto de vista estrutural, que são criadas a quando da configuração da replicação e geridas por várias tarefas que chamam procedimentos. Não existe qualquer intervenção nas bases de distribuição dos operadores ou administradores que configuram o sistema de replicação. Trata-se de um sistema que funciona autonomamente, necessitando de algumas configurações realizadas através da aplicação *SQL Enterprise Manager*.

A estrutura de dados necessária ao funcionamento do subsistema de replicação, recorre a tabelas de dois tipos. A tabelas intrínsecas, ou de sistema, comuns em qualquer base de dados criada no SQL Server e a tabelas específicas que dão suporte à funcionalidade pretendida. Nas tabelas intrínsecas são armazenados os dados relativos à configuração do sistema de replicação, nomeadamente na definição dos servidores de publicação e subscrição, as publicações e os artigos dessas publicações. O operador que faz a configuração da replicação, interage com um conjunto de menus da aplicação *SQL Enterprise Manager* que por sua vez armazena a informação da configuração nas tabelas.

A análise da estrutura de dados da replicação incidirá na análise de algumas das tabelas específicas que contém a informação das transacções replicadas.

O mecanismo de replicação implementado no SQL Server, faz uso de um conjunto de tabelas que residem em várias bases de dados, não referidas até ao momento, por se tratarem de bases de dados intrínsecas ao sistema SQL Server. Estas bases de dados também contém informação relacionada a configuração do subsistema de replicação. O papel de cada uma dessas bases de dados, incluindo as de publicação, está referido na Tabela 5.1, uma vez que no seu conjunto constitui a estrutura de dados global de suporte à replicação do SQL Server para qualquer um dos servidores SQL envolvidos na publicação e subscrição.

Base dados	Papel na replicação
Master	Guarda informação específica dos servidores envolvidos na replicação, nomeadamente o nome, mapeamento de <i>logins</i> remotos e referências das bases de dados publicadas
Msdb	Guarda informação das tarefas e respectivo histórico da execução das mesmas, no <i>SQL Executive</i> .
BD de publicação ("S" "Sn" "Kn" "Kweb")	Para além da informação a replicar, também guarda as definições das publicações e os artigos incluídos em cada publicações.
Distribuição ("D" "Dn" "DKn" "DKw")	Mantém todo o histórico da actividade transaccional realizada nas tabelas das bases de dados publicadas para replicação, funcionando como fila de espera das transacções a aplicar nos vários subscritores, que subscrevem os vários artigos das publicações disponibilizadas.

Tabela 5.1 — Papel das bases de dados na replicação

No entanto, apenas a base de dados de distribuição será objecto de análise mais pormenorizado.

Uma vez que as tabelas que dão suporte ao subsistema de replicação são exactamente iguais, seja qual for a base dados de origem e de destino, a estrutura das tabelas aqui analisadas é igual em todos os servidores intervenientes.

Na base de dados de distribuição existem seis tabelas e uma tabela na base de dados de destino, que contém a informação directamente relacionada com o processo de replicação. As tarefas existentes no gestor de tarefas relacionadas com a replicação fazem uso destas tabelas.

O processo que lê o diário de transacções de uma base de dados configurada para replicação, cria nas tabelas da base de dados de distribuição registos designados por *jobs*, resultantes da execução de unidades lógicas de trabalho (transacções) nessa base de dados a replicar. Se essas unidades lógicas de trabalho forem constituídas por vários comandos independentes, a cada comando corresponde um *job*. Se vários comandos estiverem integrados na mesma unidade lógica (grande transacção), então é criado um *job* com vários comandos. Comandos extensos, são subdivididos em blocos de 255 bytes cada.

O envio dos *jobs* entre a base de dados de distribuição e a base de dados de destino, por omissão, é feita em blocos com 100 *jobs* cada. Quer isto dizer que o envio de cada bloco para o subscritor é validado quando tiverem sido aplicados na base de dados de destino, os 100 *jobs* correspondentes. Se durante o envio dos 100 *jobs* ocorrer uma falha nas comunicações, da próxima comunicação o bloco é retransmitido desde o início. Este parâmetro pode ser ajustado de acordo com as necessidades, e poderá ser um valor superior se a qualidade do canal de comunicação por boa, ou um valor inferior se a qualidade do canal de comunicação for fraca.

5.5.1 Tabelas na base dados distribuição

A base de dados de distribuição, as tabelas e procedimentos que dão suporte à replicação de informação, são criadas automaticamente no momento em que um servidor SQL Server é configurado para ser um servidor de publicação.

Existem essencialmente dois tipos de tabelas: tabelas auxiliares e tabelas de conteúdo.

- Tabelas auxiliares — tabelas que permitem definir e relacionar servidores de publicação, servidores de que subscrição, bases de dados de publicação, bases de dados de subscrição, quais os artigos publicados (tabelas), valores para configuração das tarefas associadas à replicação e estado da replicação entre servidor de publicação e cada servidor de subscrição.
 - MSjob_subscriptions — Tabela que associa um subscritor a um artigo em particular, nomeadamente os nomes das bases de dados de origem e destino e o artigo subscrito (tabela).
 - MSsubscriber_info — Contém informações destinadas a configurar, por omissão, as tarefas no *SQL Executive* relacionadas com a replicação, para cada subscritor configurado.
 - MSsubscriber_status — Contém informação do estado do processamento dos blocos enviados para cada subscritor activo. Nomeadamente a data e hora de entrada do registo, o tempo de latência no envio dos *jobs*, o número de *jobs* entregues e validados no subscritor e a taxa de transferência dos *jobs*.

As tabelas que contém informação auxiliar ao sistema de replicação, não directamente dependentes das restantes, estão representadas na Figura 5.24.

<<tabela>> MSsubscriber_status	<<tabela>> MSsubscriber_info
publisher_id : smallint publisher_db : varchar(30) job_id : int subscriber_db : varchar(30) subscriber_id : smallint completion_time : datetime delivery_latency : int delivered_jobs : int delivery_rate : int	publisher : varchar(30) subscriber : varchar(30) type : tinyint login : varchar(30) password : varchar(30) commit_batch_size : int status_batch_size : int flush_frequency : int frequency_type : int frequency_interval : int frequency_relative_interval : int frequency_recurrence_factor : int frequency_subday : int frequency_subday_interval : int active_start_time_of_day : int active_end_time_of_day : int active_start_date : int active_end_date : int retryattempts : int retrydelay : int

Figura 5.24 — Tabelas auxiliares "MSsubscriber_status" e "MSsubscriber_info"

- Tabelas de conteúdo — tabelas que guardam efectivamente os *jobs* e os comandos a replicar para cada servidor de subscrição. Estas tabelas contém referências a dados auxiliares, para permitir relacionar os *jobs* e os comandos a replicar com os servidores que contém a base de dados de destino.

As tabelas de conteúdo, que efectivamente contém as transacções correspondentes às actualizações da informação a aplicar nas bases de dados de destino, estão representadas na Figura 5.25.

- Msjobs — Contém os identificadores das transacções que vão sendo apanhadas pelo leitor do diário de transacções da base de dados publicada, identificado por "job_id". Existe um registo por cada transacção armazenada na base dados de distribuição, associado a um ou mais registos (um ou mais comandos) na tabela "Msjob_commands". Pode ser um ou mais comandos, porque os comandos extensos (com um comprimento superior a 255 caracteres) são subdivididos em blocos de 255 bytes, ou porque pertencem à mesma unidade lógica de trabalho. O campo "type" especifica o tipo de transacção (comando sql, script sql, bcp nativo, bcp caracteres ou sincronização manual).
- MSjob_commands — Contém um registo por cada comando associado a uma transacção na tabela Msjobs. Existirá mais do que um registo associado à mesma transacção, campo "job_id", se o comando tiver sido subdividido em um ou mais blocos de 255 bytes, que usa o campo "command_id" como identificador sequencial numérico. Cada registo está associado à tabela (art_id) que lhe diz respeito, a que transacção pertence (job_id), o seu identificador numérico (command_id), se o comando está subdividido e o próprio comando em si (command).
- MSsubscriber_jobs — Associa a cada subscritor o comando que necessita de receber. Para um determinado *job*, existe um ou mais registos que referem o ou os comandos a replicar para um determinado subscritor. O número de registos é directamente proporcional ao número de *jobs*, ao número de comandos que constitui cada *job* e ao número de subscritores activos.

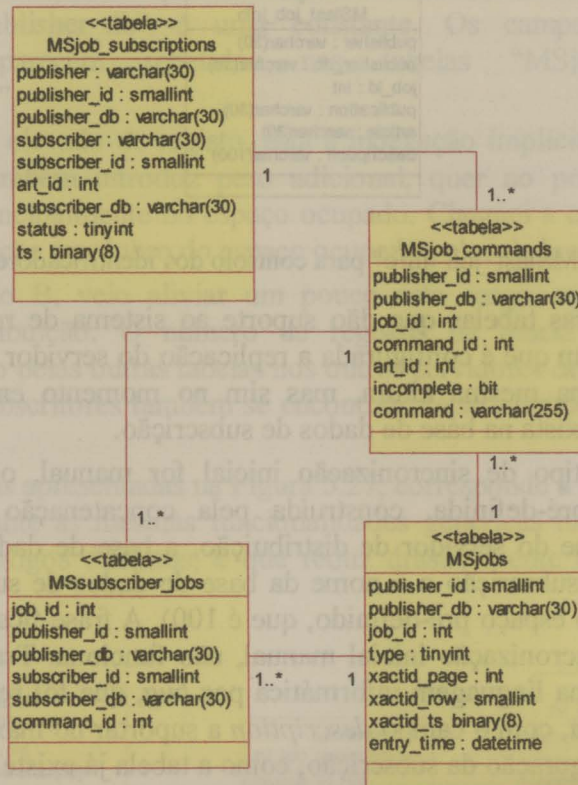


Figura 5.25 — Estrutura actual das tabelas de armazenamento das transacções a replicar

5.5.2 Tabelas na base de dados destino

O processo que faz a distribuição dos *jobs* pelos servidores de subscrição respectivos, sempre que é lançado, necessita de saber qual o último identificador de *job* em que ficou. A tabela “MSlast_job_info” que reside em cada base de dados de cada servidor de subscrição, contém essa informação. Da mesma forma que a tabela “Mssubscriber_status”, que reside da base de dados do servidor de distribuição, contém o registo com a informação do último identificador de *job* aplicado na base de dados destino no servidor de subscrição, também a tabela “Mslast_job_info” contém um registo com a mesma informação do último identificador de *job* aplicado.

- MSlast_job_info — Contém o último identificador do *job*, de um processamento em bloco, que foi aplicado com sucesso na base dados destino. O campo *description*, se tiver um valor diferente de *null*, contém o nome específico de um *job* que mantém parada a distribuição para o subscritor enquanto espera sincronização manual.

Esta tabela não tem qualquer relacionamento com outras e encontra-se ilustrada na Figura 5.26.

<<tabela>> MSlast_job_info
publisher : varchar(30)
publisher_db : varchar(30)
job_id : int
publication : varchar(30)
article : varchar(30)
description : varchar(100)

Figura 5.26 — Tabela "MSlast_job_info" para controlo dos identificadores de job já replicados

Ao contrário das outras tabelas que dão suporte ao sistema de replicação e que são criadas no momento em que é configurada a replicação do servidor de distribuição, esta tabela não é criada na mesma altura, mas sim no momento em que é activada a subscrição, caso não exista na base de dados de subscrição.

Constateram-se que, se o tipo de sincronização inicial for manual, o campo *description* contém uma frase pré-definida, construída pela concatenação de vários nomes, nomeadamente o nome do servidor de distribuição, a base de dados de publicação, o nome do servidor de subscrição e o nome da base de dados de subscrição (o total de caracteres não cabe no espaço pré-definido, que é 100). A frase fica cortada e o sistema de replicação com sincronização inicial manual, não funciona. Trata-se de uma falha, vulgarmente referida na linguagem informática por *bug*, que foi resolvida pela criação antecipada desta tabela, com o campo *description* a suportar no máximo 200 caracteres. No momento de configuração da subscrição, como a tabela já existe na base de dados de destino, o sistema de replicação não dá problemas e a sincronização manual já se pode realizar conforme o descrito no manual do produto.

5.6 Limitações do Esquema de Replicação

As limitações encontradas no esquema de replicação, estão directamente relacionadas com a escalabilidade do sistema, principalmente no aumento do número de quiosques da rede. Analisando com mais cuidado as tabelas "MSjob_subscriptions", "MSjob_commands", "MSsubscriber_jobs" e "MSjobs", podemos chegar à conclusão que estas quatro tabelas permitem tornar o sistema de replicação bastante genérico. Estas tabelas armazenam e relacionam informação relativa a várias publicações, com vários artigos distintos ou não, a replicar informação para mais do que um subscritor e com publicações distintas por subscritor. O controlo e relacionamento de cada *job* e respectivos comandos associados também está garantido.

No entanto, constatei que esta estrutura, em termos práticos, funcionava bem desde que o número de servidores de subscrição não fosse elevado.

O problema para a fraca escalabilidade quando o número de subscritores é elevado, está na tabela "MSsubscriber_jobs". O número de registos nesta tabela cresce proporcionalmente com o número de subscritores e com o número de *jobs*, porque por cada comando, ou vários comandos que compõe um determinado *job*, o número de registos relacionados com este ou estes comandos, e respectivo *job*, é repetido pelo número de servidores de subscrição. Isto é, os campos "job_id" e "command_id" definem a transacção que vem da base de dados publicada, que é necessário replicar pelos *n* servidores de subscrição configurados. O número de registos a entrar nesta tabela por cada transacção que se realize na base de dados publicada, corresponde às *m* linhas que representam a transacção, a multiplicar pelos *n* subscritores. Para um número elevado de quiosques, cada transacção a replicar para todos eles é repetida com o mesmo "job_id" e "command_id".

Também se pode constatar que nas quatro tabelas, a repetição dos campos “publisher_id”, “publisher_db” é uma constante. Os campos “subscriber_id” e “subscriber_db” aparecem repetidos nas tabelas “MSjob_subscriptions” e “MSsubscriber_jobs”.

A juntar ao número elevado de registo, está a indexação implícita criada pelo sistema SQL Server que também introduz peso adicional, quer no processamento quer no espaço ocupado, principalmente no espaço ocupado. Cheguei a constatar que o espaço ocupado pela indexação era dobro do espaço ocupado pelos dados.

O recurso à solução B, veio aliviar um pouco esta carga, repartindo-a por vários servidores de distribuição. O número de registos na tabela “Mssubscriber_jobs” encontra-se repartido pelas outras tabelas nos outros servidores de distribuição, uma vez que o número de subscritores também se encontram repartidos por esses servidores de distribuição.

A estrutura de tabelas apresentadas na Figura 5.27, corresponde a uma estrutura idêntica à anterior, que garante as mesmas funcionalidades genéricas na replicação de várias bases de dados e artigos distintos, e que reduz drasticamente o número de registos global.

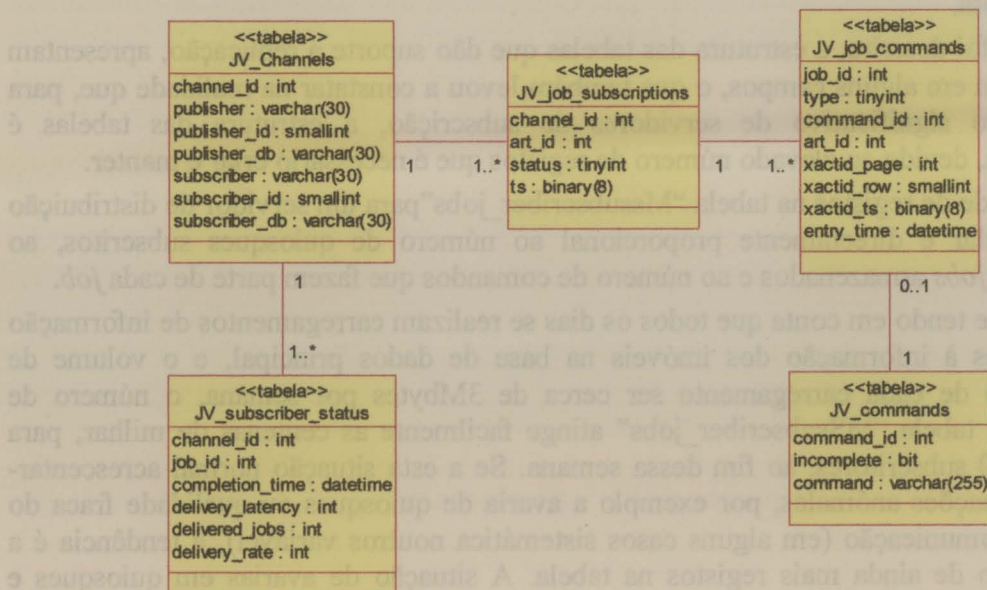


Figura 5.27 — Tabelas de armazenamento das transacções a replicar — JV

Na tabela “JV_Channels” são definidos os canais que ligam a base de dados do servidor de publicação à base de dados do servidor de subscrição. Um canal agrupa a informação relativa a um servidor de publicação e a respectiva base de dados de publicação e o servidor de subscrição e a respectiva base de dados de subscrição. Nesta tabela existirá um registo (correspondente a um canal) por cada quiosque da rede. Cada replicação entre bases de dados é considerado um canal, com o respectivo identificador associado designado por “channel_id”.

Na tabela “JV_job_subscriptions” define-se quantos artigos (tabelas) pertencem a uma determinada replicação (canal). Se uma publicação for composta por n artigos, e os subscritores forem m , então para uma determinada replicação o número de registos na tabela será de $n*m$, para a referida replicação. A introdução de novos subscritores na

publicação faz aumentar nesta tabela um número fixo de registos, não dependente do número de transacções a replicar, como acontece no esquema de tabelas actual.

A tabela “JV_job_commands” define que transacções estão associadas a que artigos e qual o valor do primeiro identificador que contém o comando ou comandos a serem executados na base de dados de subscrição. Não é necessário que sejam guardados todos os identificadores dos comandos na tabela “JV_job_commands” porque o campo *incomplete*, na tabela “JV_commands”, assinala quando um comando está completo (fim de um comando ou fim de um comando partido em blocos).

Na tabela “JV_subscriber_status” são guardados os valores do último job_id transferido para o respectivo canal.

5.7 Conclusões

A estrutura de dados que serve de suporte ao sistema de replicação do SQL Server, apresenta a vantagem de ser bastante flexível, por ser totalmente transparente à informação que se pretende replicar entre bases de dados distintas. Permite criar mais do que uma publicação e cada publicação pode conter várias tabelas distintas. No caso do sistema da Bolsa Imobiliário, apenas é usada uma publicação com tabelas residentes na mesma base de dados. Temos n artigos de uma publicação, a replicar para uma base de dados remota.

Conforme foi descrito, a estrutura das tabelas que dão suporte à replicação, apresentam redundância em alguns campos, o que também levou a constatar na realidade que, para um número significativo de servidores de subscrição, a estrutura das tabelas é inadequada, devido ao elevado número de registos que é necessário criar e manter.

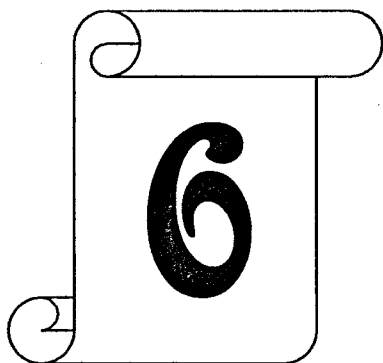
A quantidade de registos na tabela “Mssubscriber_jobs” para um servidor de distribuição em particular é directamente proporcional ao número de quiosques subscritos, ao número de *jobs* armazenados e ao número de comandos que fazem parte de cada *job*.

Na prática e tendo em conta que todos os dias se realizam carregamentos de informação e alterações à informação dos imóveis na base de dados principal, e o volume de informação de cada carregamento ser cerca de 3Mbytes por semana, o número de registos na tabela “MSsubscriber_jobs” atinge facilmente as centenas de milhar, para cerca de 50 subscritores, ao fim dessa semana. Se a esta situação normal acrescentarmos as situações anómalas, por exemplo a avaria de quiosques ou qualidade fraca do canal de comunicação (em alguns casos sistemática noutros variável), a tendência é a acumulação de ainda mais registos na tabela. A situação de avarias em quiosques e canais de comunicação fracos, têm uma taxa de incidência em cerca de 8% do total de quiosques instalados no terreno.

Para um carregamento típico de 3 a 5Mbytes de informação (70% imagens) por semana, na base de dados principal, o valor empírico aceitável para o número de quiosques a serem replicados por um servidor de distribuição, não deverá ultrapassar muito os 50. O tamanho da base de dados de distribuição é cerca de 1,5Gbytes com uma taxa de ocupação média de 800Mbytes.

A reformulação da estrutura das tabelas que poderiam servir ao suporte do sistema de replicação do SQL Server, é meramente teórica. A utilização dessa estrutura obrigava a alterações de fundo nos processos que usariam a estrutura de dados proposta. Estas alterações não têm viabilidade prática, por corresponderem processos embebidos no sistema SQL Server. A sua apresentação e análise, serviu apenas para justificar a falta de eficiência da solução implementada pelo fabricante do produto SQL Server, para um sistema particular que usa um elevado número de servidores de subscrição.

A solução B, referida na capítulo anterior, não será eventualmente a ideal. Mas tendo em conta as restrições normais que projectos desta natureza têm, quer em tempo e recursos, satisfaz as funcionalidades mínimas, globalmente pretendidas para o sistema implementado, Bolsa Imobiliário. Mesmo que a solução B não seja a ideal, foi a que permitiu melhorar a escalabilidade do sistema de replicação implementado no SQL Server.



Processamento no Sistema Bolsa Imobiliário

Este capítulo refere os processos relacionados com o funcionamento geral do sistema e refere especificamente os processos relativos ao funcionamento da replicação.

É apresentado o diagrama dos componentes que executam o processamento no sistema global.

A configuração da replicação é referida, tendo em conta o sistema implementado.

Um aspecto importante referido neste capítulo, está relacionado com os processos automáticos de limpeza da informação. Esta informação refere-se a Imóveis que já não necessitam de residir na base de dados principal e dos contactos e eventos que vão sendo processados no sistema central.

Finalmente é descrito o processo utilizado para a replicação de aplicações.

6.1 Introdução

O sistema é constituído por vários componentes que se interligam, quer por rede local, quer por uma ligação RDIS. É apresentado o papel de cada um desses componentes e qual a largura de banda disponível para a transferência dos dados entre eles.

É referido o processamento da informação relativa aos imóveis do sistema, como as várias base de dados existentes no sistema se relacionam e que processos actuam sobre as mesmas. O acesso e processamento da informação dos imóveis, quer das aplicações que correm no sistema central, quer das aplicações que correm no quiosque, é feito em três camadas, sendo a camada intermediária a que corresponde à camada ODBC.

O mecanismo de replicação no SQL Server, configura-se essencialmente em duas fases. Na primeira fase, configuram-se os intervenientes da replicação (publicação e subscrição). Na segunda fase efectiva-se a subscrição da publicação. Embora com parâmetros e intervenientes diferentes, o processo de configuração entre os quiosques e os servidores de distribuição, independentemente do sentido de replicação da informação, é exactamente igual.

Faz-se uma análise mais detalhada do funcionamento das quatro tarefas comandadas pela aplicação *Enterprise Manager*, responsáveis pelo processamento da replicação no SQL Server. A replicação é bidireccional, logo estas tarefas existem em ambos os lados dos sistemas que intervêm na replicação. Há a necessidade de sincronizar o processamento das tarefas de distribuição da informação, em ambos os sentidos. Para tal é apresentado um diagrama de interacção que ilustra o funcionamento da distribuição em ambos os sentidos. Depois de lançados os processos relativos à distribuição dos dados, a replicação da informação no SQL Server é autónoma nos dois sentidos.

No sistema da Bolsa Imobiliário, existem duas fontes distintas de informação, que o vão carregando. A informação dos imóveis, que entra do lado do sistema central, e a

informação dos utilizadores, que entra do lado dos quiosques. Existe ainda a informação gerada internamente no sistema, que é informação complementar de suporte à replicação de e para os quiosques. São apresentadas soluções no que diz respeito à limpeza da informação dos imóveis e dos contactos e eventos. Esta informação antes de ser eliminada do sistema, a dos imóveis de uma forma manual, a dos contactos e eventos de uma forma automática, é copiada para uma base de dados de armazenamento para histórico.

Como consequência do problema identificado no capítulo anterior (o número de registos cresce muito na tabela “Mssubscriber_jobs” nos servidores de distribuição), para um número significativo de quiosques, também o procedimento de limpeza que lida com a tabela apresenta alguns problemas, principalmente no tempo de execução do mesmo e na interferência que têm nas tarefas de distribuição.

A propagação de actualizações das aplicações que correm nos quiosques, designada por “replicação de aplicações”, recorre ao mesmo mecanismo de replicação de dados. Alguns cuidados são necessários quanto à actualização de aplicações nos quiosques, devido às características intrínsecas à distribuição de software. Um pacote de software tem ser substituído na íntegra e não podem existir processos no sistema que bloqueiem a substituição dos ficheiros pertencentes às aplicações que correm no quiosque.

6.2 Componentes no processamento

Os componentes físicos que dão suporte ao processamento da informação no sistema em estudo, são computadores do tipo “PC” — *Personal Computer* — interligados essencialmente por dois tipos de conexão: rede local a 10 ou 100Mbits/s e linha digital RDIS com 1 ou 2 canais a 64Kbits/s cada.

As conexões em rede local são ligações permanentes. As conexões via RDIS, são momentâneas estando a iniciativa de estabelecimento da ligação do lado dos quiosques, que ligam ao servidor secundário respectivo, e também o do lado dos servidores secundários que se ligam ao servidor de distribuição principal.

O serviço que suporta a ligação dos quiosques e servidores secundários via RDIS, é o RAS (*Remote Access Service*) do sistema operativo NT4.0.

Os componentes físicos e as interligações, estão ilustrados na Figura 6.1.

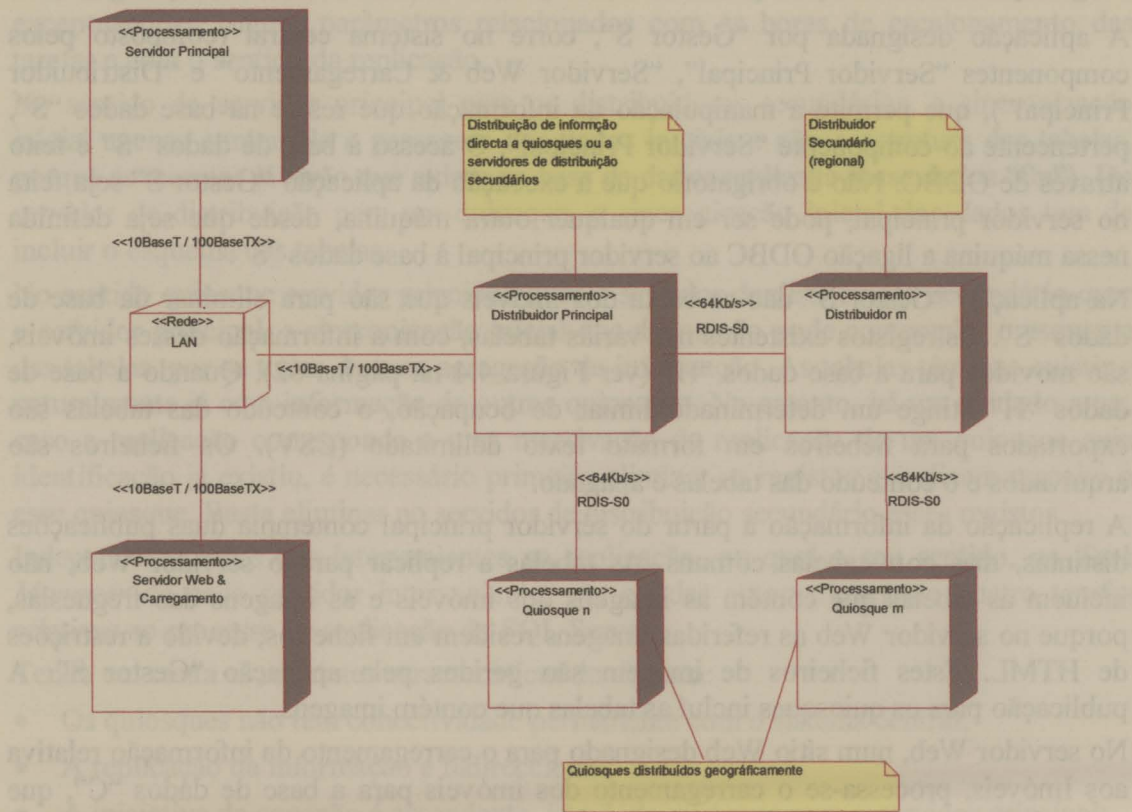


Figura 6.1 — Diagrama dos componentes de processamento

Os componentes “Servidor Principal”, “Servidor Web & Carregamento” e “Distribuidor Principal” estão conectados por uma rede local.

As conexões entre alguns quiosques da rede e o “Distribuidor Principal”, assim como as conexões entre os restantes quiosques da rede e os correspondentes servidores secundários, realizam-se via linha RDIS.

O componente “Distribuidor Principal” corresponde ao servidor responsável por distribuir a informação dos imóveis, pelos vários distribuidores secundários, representado pelo componente “Distribuidor m”. Alguns quiosques podem conectar-se directamente ao “Distribuidor Principal”. O “Servidor Principal” envia a informação dos imóveis para o “Distribuidor Principal” que por outro lado, recebe a informação dos eventos e contactos provenientes dos distribuidores secundários ou dos poucos quiosques que se ligam ao “Distribuidor Principal”. Neste caso o “Distribuidor Principal” comporta-se como nó de interligação entre a rede dos quiosques e a rede local.

O componente “Distribuidor m” corresponde a um ou mais servidores, que distribui para *m* quiosques e que se encontra afastado fisicamente das instalações onde está o “Servidor Principal”. A outra designação dada a este componente corresponde ao servidor de distribuição regional, anteriormente referido. Esta designação deriva do facto de a distribuição e recolha da informação se fazer de e para quiosques colocados em locais geograficamente próximos. A conexão deste componente com os quiosques é por linha RDIS.

6.3 O processamento da informação dos Imóveis no sistema

A aplicação designada por “Gestor S”, corre no sistema central (composto pelos componentes “Servidor Principal”, “Servidor Web & Carregamento” e “Distribuidor Principal”), que permite a manipulação da informação que reside na base dados “S”, pertencente ao componente “Servidor Principal”. O acesso à base de dados “S” é feito através de ODBC. Não é obrigatório que a execução da aplicação “Gestor S” seja feita no servidor principal, pode ser em qualquer outra máquina, desde que seja definida nessa máquina a ligação ODBC ao servidor principal à base dados “S”.

Na aplicação “Gestor S” dão-se baixa dos imóveis que são para eliminar da base de dados “S”. Os registos existentes nas várias tabelas, com a informação desses imóveis, são movidos para a base dados “H” (ver Figura 4.4 na página 62). Quando a base de dados “H” atinge um determinado limiar de ocupação, o conteúdo das tabelas são exportados para ficheiros em formato texto delimitado (CSV). Os ficheiros são arquivados e o conteúdo das tabelas é apagado.

A replicação da informação a partir do servidor principal contempla duas publicações distintas, mas com tabelas comuns. As tabelas a replicar para o servidor Web, não incluem as tabelas que contém as imagens dos imóveis e as imagens das freguesias, porque no servidor Web as referidas imagens residem em ficheiros, devido a restrições de HTML. Estes ficheiros de imagem são geridos pela aplicação “Gestor S”. A publicação para os quiosques inclui as tabelas que contém imagens.

No servidor Web, num sítio Web designado para o carregamento da informação relativa aos Imóveis, processa-se o carregamento dos imóveis para a base de dados “C”, que serve de tampão ao carregamento (ver mais uma vez a Figura 4.4 na página 62). O carregamento da informação dos imóveis via Web, dá-se na base dados “C” e, após a indicação do operador que está a fazer o carregamento, a informação é movida para a base de dados “S”.

No servidor Web também existe o sítio Web [6] que permite a consulta à informação dos imóveis, como se de um quiosque tratasse.

Na base de dados “S” dá-se a agregação dos dados relativos aos contactos e eventos gerados nos quiosques. Já foi referido anteriormente que a agregação dos dados ocorre primeiro, parcialmente nos respectivos servidores de distribuição secundário e finalmente no servidor principal.

Os contactos são processados de forma a obterem-se as listas de contactos por promotor. Depois de filtrados e eliminados os contactos inválidos, as listas de contactos são enviadas por correio electrónico ou fax, aos respectivos promotores. O processo de filtragem e envio das listas aos promotores dos imóveis é manual.

Os eventos são processados de forma a produzirem-se os relatórios pretendidos. Os eventos são importados para uma folha da aplicação Excel, onde se produzem gráficos quanto à utilização dos quiosques (ver exemplo na página 113).

6.4 Configuração da Replicação

O subsistema de replicação do SQL Server, configura-se essencialmente em duas fases:

- 1º. Configurar os intervenientes na replicação (servidores de publicação e subscrição);
- 2º. Efectuar a subscrição dos artigos da publicação pretendida.

A configuração dos vários servidores intervenientes na replicação é exactamente igual, exceptuando-se alguns parâmetros relacionados com as horas de escalonamento das tarefas e com o sentido da replicação.

No sentido do servidor principal para os distribuidores secundários, a sincronização inicial apenas contempla a passagem dos dados iniciais e não a estrutura das tabelas, porque as mesmas já terão que existir na base de dados replicada (base dados "Sn"). Do servidor de distribuição para um quiosque, a sincronização inicial dos dados tem de incluir o esquema das tabelas.

No sentido quiosque servidor principal, quer o servidor de distribuição secundário quer o servidor principal, a sincronização inicial dos dados não pode contemplar o esquema das tabelas, por se tratar de uma agregação de informação. As tabelas têm que existir e naturalmente já com informação de outros quiosques. No entanto, há um cuidado a ter, caso a replicação corresponda a uma reactivação da replicação de um quiosque cuja identificação já existiu, é necessário primeiro eliminar os registos que dizem respeito a esse quiosque. Basta eliminar no servidor de distribuição secundário esses registos.

Independentemente dos intervenientes na replicação, ou qual o seu sentido, no *Task Manager* de cada servidor interveniente, são criadas automaticamente quatro tarefas relativas ao processo de replicação do SQL Server.

Tendo em conta as seguintes características do sistema:

- Os quiosques não têm conectividade permanente com o sistema central;
- A replicação da informação é bidireccional;
- A iniciativa de conexão é ascendente, isto é, do quiosque para o servidor principal;
- O número de subscritores é elevado.

A configuração destas quatro tarefas teve que ser ajustada em função das características mencionadas.

As tarefas são:

- ① Leitor do diário — existe uma tarefa deste tipo por cada publicação configurada. No servidor de distribuição principal foi programada para executar todos os dias da semana de duas em duas horas, entre as 9:00 e as 19:00 (horário normal de trabalho dos operadores do sistema), uma vez que as alterações à base de dados "S" ocorrem normalmente durante este período. Nos servidores de distribuição e nos quiosques foi configurada para ser executada em modo contínuo.
- ① Sincronização — existe uma tarefa deste tipo por cada publicação configurada. Em qualquer um dos intervenientes da replicação, esta tarefa é executada manualmente, no momento em que o operador efectua a configuração da subscrição. Este processo necessita de intervenção manual, porque o volume de dados da sincronização inicial (centenas de Mbytes) não é comportável fazer por RDIS. Qualquer quiosque a instalar na rede de quiosques deve ser configurado junto (ligado à rede local) do servidor de distribuição, e depois instalado no terreno. O quiosque ligar-se-á mais tarde por RDIS, para receber as actualizações.
- ① Distribuição — existe uma tarefa deste tipo por cada subscritor configurado para uma determinada publicação. A tarefa é executada a pedido, isto é, por si só nunca é executada. A sua execução é solicitada remotamente pelo sistema que entretanto se ligou. Os quiosques estão programados para se ligarem ao servidor de distribuição secundário, que executam a sua tarefa de distribuição local (envio de contactos e eventos) e a tarefa de distribuição remota (envio da informação dos imóveis). Os

distribuidores secundários ligam-se ao servidor principal e procedem da mesma forma.

- ④ **Limpeza da Replicação** — existe uma tarefa deste tipo por cada subscritor configurado, independentemente do número de publicações subscritas para esse subscritor. Nos servidores de distribuição principal, distribuição secundária e quiosques, a tarefa é configurada para ser executada em períodos em que não exista a possibilidade de serem executadas em simultâneo, tarefas de distribuição.

A sincronização da distribuição da informação nos dois sentidos, foi conseguida com a ajuda de uma tarefa criada para esse efeito. O escalonamento da tarefas de distribuição foi desactivado, passaram a ser executadas a pedido. Quem as executa é a referida tarefa, que antes de as executar, estabelece o canal de comunicação entre os servidores que vão replicar informação em ambos os sentidos.

6.5 O processamento da informação na replicação

Analizando o sistema de replicação do SQL Server, a tarefa que efectivamente faz a movimentação de informação de uma base de dados (origem) para a outra base de dados (réplica, ou destino), é a tarefa de distribuição. Como o sistema da Bolsa Imobiliário contempla replicação de informação nos dois sentidos, a execução destas tarefas requer sincronismo. Este sincronismo está mais condicionado pelo facto de aproveitar a iniciativa do estabelecimento do canal de comunicação do que as tarefas terem de correr em simultâneo.

Como a iniciativa de estabelecimento da ligação é do quiosque para o distribuidor secundário, e do distribuidor secundário para o distribuidor principal, existe respectivamente uma tarefa em cada quiosque e distribuidor secundário que é programada para ser executada periodicamente segundo um determinado escalonamento. Esta tarefa é responsável por executar um conjunto de processos que vão permitir o estabelecimento da conexão, ligação lógica à máquina remota, actualizar o relógio do seu sistema e lançar a execução das duas tarefas de distribuição dos dados, uma em cada sentido.

A tarefa designa-se por “Distribute_to_Server” que também faz uso de uma outra tarefa auxiliar, equivalente na funcionalidade, designada por “Distribute_to_Kiosk” e residente no sistema remoto respectivo.

A Figura 6.2, ilustra o desenrolar dos vários processos residentes nos vários componente que constituem e dão suporte ao sistema de replicação. A figura refere-se especificamente à situação de ser um quiosque a ligar-se a um servidor de distribuição. A ligação de um servidor de distribuição ao servidor de distribuição principal realiza-se da mesma forma.

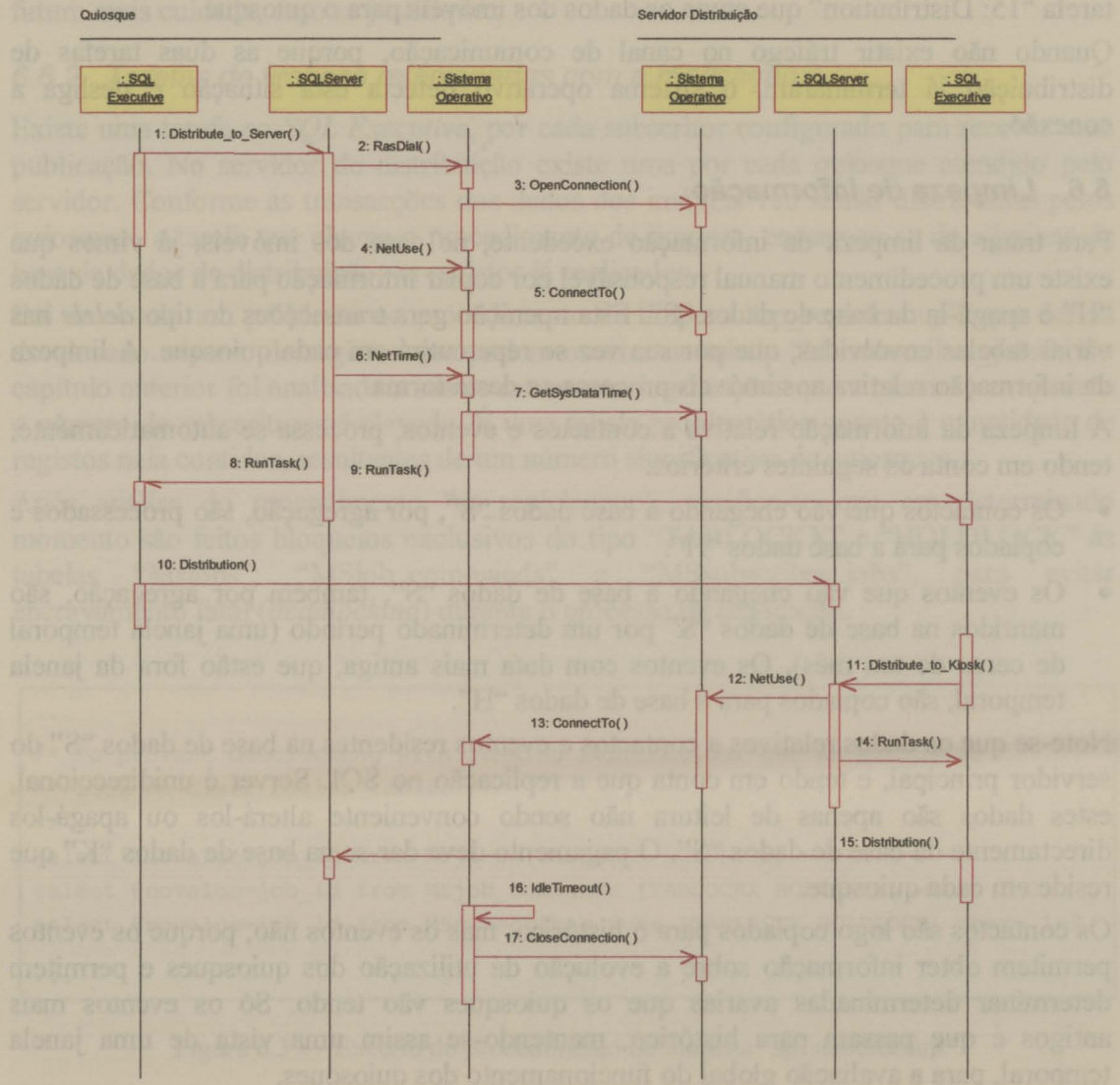


Figura 6.2 — Diagrama de interação para a replicação de dados bidireccional

No topo do diagrama, os três componentes mais à esquerda, “SQL Executive”, “SQL Server” e “Sistema Operativo” residem no lado do quiosque. É da responsabilidade do “SQL Executive” lançar em execução qualquer tarefa activa pertencente à respectiva lista de tarefas. No caso em estudo, temos a tarefa “1: Distribute_to_server”, que é lançada a uma determinada hora. Da mesma forma, os mesmos três tipos de componentes também existem no lado do servidor de distribuição, representados mais à direita no topo da figura.

A tarefa “1: Distribute_to_server” corresponde à chamada de um procedimento, com o mesmo nome, residente em “SQL Server”. Este procedimento faz três chamadas ao sistema operativo, com o objectivo de estabelecer um canal lógico com o servidor de distribuição e fazer a sincronização do relógio do sistema do quiosque. Após o estabelecimento da conectividade com o servidor de distribuição, são lançadas duas tarefas, uma local ao quiosque e a outra remotamente no servidor de distribuição. No quiosque a tarefa lançada corresponde a “10: Distribution” que envia do contactos e eventos para o servidor de distribuição e no servidor a tarefa lançada corresponde a

“Distribute_to_kiosk” que também estabelece a conexão lógica ao quiosque e executa a tarefa “15: Distribution” que envia os dados dos imóveis para o quiosque.

Quando não existir tráfego no canal de comunicação, porque as duas tarefas de distribuição já terminaram, o sistema operativo detecta esta situação e desliga a conexão.

6.6 Limpeza de Informação

Para tratar da limpeza da informação excedente, no caso dos imóveis, já vimos que existe um procedimento manual responsável por copiar informação para a base de dados “H” e apagá-la da base de dados “S”. Esta operação gera transacções do tipo *delete* nas várias tabelas envolvidas, que por sua vez se repercutirá em cada quiosque. A limpeza da informação relativa aos imóveis processa-se desta forma.

A limpeza da informação relativa a contactos e eventos, processa-se automaticamente, tendo em conta os seguintes critérios:

- Os contactos que vão chegando à base dados “S”, por agregação, são processados e copiados para a base dados “H”.
- Os eventos que vão chegando à base de dados “S”, também por agregação, são mantidos na base de dados “S” por um determinado período (uma janela temporal de cerca de um mês). Os eventos com data mais antiga, que estão fora da janela temporal, são copiados para a base de dados “H”.

Note-se que os dados relativos a contactos e eventos residentes na base de dados “S” do servidor principal, e tendo em conta que a replicação no SQL Server é unidireccional, estes dados são apenas de leitura não sendo conveniente alterá-los ou apagá-los directamente da base de dados “S”. O pagamento deve dar-se na base de dados “K” que reside em cada quiosque.

Os contactos são logo copiados para o histórico, mas os eventos não, porque os eventos permitem obter informação sobre a evolução da utilização dos quiosques e permitem determinar determinadas avarias que os quiosques vão tendo. Só os eventos mais antigos é que passam para histórico, mantendo-se assim uma vista de uma janela temporal, para a avaliação global do funcionamento dos quiosques.

6.6.1 Tarefas de limpeza relacionadas com o sistema

Todos os dias correm respectivamente duas tarefas que efectuem a limpeza (cópia para histórico) dos contactos e eventos gerados por todos os quiosques da rede. Estas tarefas correm procedimentos que actualizam a tabela “AUX_RET_Status”, onde são mantidas as referências dos identificadores dos registos contidos nas tabelas onde residem os contactos e eventos. Esta tabela é replicada para cada quiosque.

Em cada quiosque, corre uma tarefa que chama um procedimento que, em função dos valores relativos ao quiosque, contidos na tabela “AUX_RET_Status”, elimina os registos correspondentes à informação de contactos e eventos já copiados para histórico. Pelo mecanismo de replicação do SQL Server, esta eliminação de registos já processados vai-se repercutir no sistema central.

Este processo é perfeitamente automático. No quiosque são gerados eventos e contactos que, por replicação são agregados no sistema central. No sistema central vão sendo processados e copiados para histórico, facto sinalizado numa tabela cujo conteúdo é replicado para todos os quiosques. No quiosque, o procedimento de limpeza analisa esta sinalização e actua em conformidade, eliminando os registos já processados. Mais uma vez por replicação, esses registos desaparecem da base de dados do sistema central. Os

registos entretanto copiados para o histórico, são arquivados para uma posterior análise futura mais cuidada, caso se justifique.

6.6.2 Tarefas de limpeza relacionadas com a replicação

Existe uma tarefa no *SQL Executive*, por cada subscritor configurado para receber uma publicação. No servidor de distribuição existe uma por cada quiosque atendido pelo servidor. Conforme as transacções dos dados dos imóveis vão sendo distribuídas pelos quiosques, a tarefa que chama o procedimento de limpeza, encarrega-se de eliminar da base de dados de distribuição, os registos já replicados.

Foi detectado um problema no procedimento de limpeza “sp_replcleanup”, que deriva do elevado número de registos que podem ocorrer na tabela “MSsubscriber_jobs”. No capítulo anterior foi analisada a sua estrutura e as implicações que a mesma tem quando o número de subscritores é elevado. É uma tabela problemática quanto à quantidade de registos nela contidos, resultantes de um número significativo de quiosques.

Após análise do procedimento “sp_replcleanup”, verifica-se que em determinado momento são feitos bloqueios exclusivos do tipo “TABLOCKX” e “HOLDLOCK” às tabelas “Msjobs”, “MSjob_commands” e “MSsubscriber_jobs”, para evitar encravamento fatal (*deadlocking*) durante o processo de replicação.

```
...
/* To prevent deadlocking with running replication, get an exclusive
** lock on distribution tables.
*/
select @novalue=job_id from MSjobs (TABLOCKX HOLDLOCK) where 1=2
select @novalue=job_id from MSjob_commands (TABLOCKX HOLDLOCK) where 1=2
select @novalue=job_id from MSsubscriber_jobs (TABLOCKX HOLDLOCK) where 1=2
...
```

Figura 6.3 — Excerto do procedimento de limpeza "sp_replcleanup"

Estes bloqueios limitam a execução em simultâneo das tarefas de distribuição dos dados. Em algumas situações foi detectado que o tempo de execução desta tarefa ascendia a horas, pondo em risco o processo de replicação, assim como a execução das restantes tarefas de limpeza de outros quiosques.

Se a estrutura das tabelas que dariam suporte à replicação fosse a sugerida no capítulo anterior, não existiria a necessidade de bloquear qualquer tabela. Por um lado porque não existe a tabela equivalente à “MSsubscriber_jobs”, por outro lado porque apenas é guardada uma referência dos valores do *job_id* pendentes, independentemente do número de subscritores. A limpeza das tabelas “JV_job_commands” e “JV_comandands”, que efectivamente contém as transacções a replicar, seria determinada pelo valor mais baixo do campo *job_id* encontrado na tabela “JV_subscriber_status”. Este valor indica qual o último *job_id* que foi replicado para todos os subscritores. Logo, todos os registos com valores de *job_id* inferiores poderiam ser apagados das tabelas “JV_job_commands” e “JV_comandands”. Assim, temos mais razão ao propor a referida alteração de estrutura.

No quiosque também existe esta tarefa de limpeza dos dados replicados, mas o problema não se evidencia porque a tabela “MSsubscriber_jobs” contém poucos dados.

Os dados apenas se referem a um subscritor e a tarefa de limpeza corre confortavelmente desfasada da tarefa de distribuição.

6.7 Replicação de Aplicações

Até ao momento tem sido referido o sistema de replicação, de uma forma geral, isto é, tanto podem ser os dados dos imóveis, como os binários das aplicações que correm nos quiosques. O processo de replicação é transparente quanto ao tipo de dados que lá passam.

O nome deste sub-capítulo, refere “Replicação de Aplicações”. À partida parece um pouco estranho, mesmo porque não encontrei referências bibliográficas que referissem este nome. Talvez se pudesse chamar “Cópia de Aplicações”, “Propagação de Aplicações” ou algo semelhante, mas optei por manter o nome já que tem a ver com a forma como se fazem chegar as aplicações e outros ficheiros relacionados, a todos os quiosques da rede. A replicação do SQL Server foi aproveitada também fazer chegar aos quiosques novas versões das aplicações que lá são executadas, evitando a deslocação ao local, de um técnico que fizesse a actualização.

Alguns cuidados tiveram que ser observados quanto à replicação de aplicações para os quiosques.

O conceito de unidade lógica de trabalho, corresponde ao conceito de pacote de software. Um pacote de software é um conjunto de ficheiros (binários, dados, bibliotecas, etc) que no seu conjunto contribuem para a execução de uma terminada tarefa, neste caso particular, as aplicações “Gestor”, “Imobiliário” ou “Simulação” e respectivos ficheiros associados. Quer isto dizer que, o conjunto de ficheiros só poderão ser copiados (por substituição ou apagamento de antigos, ou por acréscimo de novos) quando estiverem todos disponíveis, sem nenhum processo pendente no sistema, que os esteja eventualmente a bloquear.

A tabela “Aux_Bin_Data” contém informação relativa aos pacotes a serem copiados para o quiosque, assim como os próprios ficheiros.

Novas actualizações, isto é, novos registos que aparecem na tabela “Aux_Bin_Data”, o campo “File_Bin” contém um valor diferente de nulo, que corresponde ao ficheiro a extrair da tabela e armazenar como ficheiro. Se for nulo quer dizer que o ficheiro correspondente já foi extraído da base de dados e copiado para o disco do sistema.

Existe o procedimento “Exporta_Bin_Data” no SQL Server que varre todos os registos desta tabela (para “File_Bin” diferente de nulo) e que em função dos campos “File_path”, “File_name” e “File_Bin” copia o campo do tipo *image* “File_Bin” para o directório especificando, acrescentando a designação “_new” ao nome do ficheiro. Se para o mesmo valor de “ID_Bin_Data” o número de registos for inferior ao valor do campo “Npacote”, então muito provavelmente é porque se encontra a replicação em curso ou a última replicação não teve sucesso e a transferência de informação relativa às aplicações não está completa. Para que o procedimento copie para o disco do sistema os dados contidos nesta tabela, é necessário que o número de pacotes corresponda ao mesmo número de registos e o campo “File_Bin” contenha valores diferentes de nulo, para um determinado identificador.

A aplicação de gestão das aplicações que correm no quiosque, designada por “GESTOR.EXE”, quando não existe actividade de utilizadores no quiosque, periodicamente verifica a existência e conteúdo de um ficheiro de processamento em bloco (extensão .bat) que é gerado pelo procedimento “Exporta_Bin_Data”, sempre que existem actualizações nos ficheiros das aplicações. O ficheiro designa-se por

“Actualiza.bat”. O conteúdo deste contempla uma lista de todos os ficheiros (da tabela “Aux_Bin_Data”) que foram exportados da base de dados. Estes ficheiros são os ficheiros que irão substituir os actuais ficheiros, por outros mais recentes.

Na melhor oportunidade, quando o quiosque não está a ser utilizado, a aplicação “GESTOR.EXE” provoca um logoff no sistema, de forma a que o referido ficheiro “Actualiza.bat” seja executado antes de qualquer aplicação, fazendo a substituição de todos os ficheiros da lista. A aplicação “GESTOR.EXE”, que é a primeira a ser executada, repõe o ficheiro “Actualiza.bat” para uma versão que não contempla qualquer substituição de ficheiros (lista vazia), para que no próximo arranque do sistema, nada aconteça quanto à actualização de ficheiros.

6.8 Conclusões

A replicação de informação, segundo a implementação no SQL Server, está orientada para funcionar num sentido: de uma base de dados que publica, para uma base de dados que subscreve. A informação que transita entre estas bases de dados é, supostamente, apenas constituída por dados contidos em tabelas.

Com a implementação do sistema Bolsa Imobiliário, a simples replicação de informação foi um pouco mais além. Efectivamente, a informação relativa aos imóveis parte de um sistema central, para vários quiosques instalados em locais geograficamente distribuídos. O canal de comunicações que os une ao sistema central, é realizado por um canal RDIS, tipicamente usado para comunicações de voz e dados.

Com a recolha de informação de contactos e eventos que acontece nos quiosques, houve a necessidade de adaptar o sistema de replicação do SQL Server, de modo a funcionar em ambos os sentidos, de uma forma bem controlada e bem definida. Daí a necessidade de desenvolver procedimentos que controlam os procedimentos intrínsecos ao sistema de replicação.

A limpeza da informação dos imóveis usa processos de limpeza automática e limpeza manual. A limpeza manual é inevitável, porque cabe ao operador do sistema indicar no sistema quando é que efectivamente é necessário retirar do sistema determinada informação dos imóveis. A limpeza automática está vocacionada para a eliminação de determinada informação que diariamente vai sendo processada, por não haver necessidade de a manter no sistema. Conforme foi visto, esta informação refere-se a contactos e eventos gerados nos quiosques. Por outro lado, como esta informação é gerada nos quiosques e por replicação agregada no sistema central, foi necessário implementar um processo de sinalização para os quiosques, que indicasse quando a informação deveria ser apagada. Isto deve-se ao facto de o sistema de replicação apenas funcionar num sentido.

O sistema de replicação do SQL Server, para um número elevado de subscritores levanta problemas. O processo de limpeza da informação da replicação não foi muito pacífico, levando mesmo a detectar tempos de execução muito elevados, interferindo com o processo de distribuição dos dados. Tudo isto ocasionado pelo elevado número de subscritores. Esta foi também uma das razões que levou à implementação da Solução B (referida na secção 4.12, página 61).

A replicação das aplicações para os quiosques correspondeu a um desafio. Como a semântica transaccional não é garantida pelo sistema de replicação do SQL Server, tiveram que ser criados alguns mecanismos que satisfizessem o conceito de unidade lógica de trabalho. Neste caso, foi definido o conceito de pacote de software, que não é mais do que um conjunto de ficheiros que no seu todo constituem uma transacção de substituição de outros ficheiros. Esta operação de substituição de outros ficheiros tem de

ser atómica, devido à execução assíncrona das aplicações que correm no quiosque. Este processo de replicação de aplicações tem que ser imune às seguintes situações:

- Quebra no canal de comunicação, que implica replicação incompleta;
- Melhor momento para substituição dos ficheiros, já que pode existir um utilizador a operar no quiosque.

À parte dos mecanismos que garantem a atomicidade na substituição de ficheiros de aplicações, a replicação das aplicações usa o mesmo mecanismo da replicação dos dados.

O aproveitamento do sistema de replicação de dados para fazer chegar actualizações de aplicações aos quiosques, pareceu ser uma solução aceitável para a situação proposta, tendo em conta o tempo disponível na altura, para o desenvolvimento deste sistema.

7

Exploração do Sistema Bolsa Imobiliário

Apresentadas nos capítulos anteriores a arquitectura, as estruturas de dados e o processamento da informação, neste capítulo são apresentadas fotografias dos ecrãs mais significativos das várias aplicações que constituem o sistema Bolsa Imobiliário.

São apresentados gráficos que ilustram quantitativamente a utilização dos quiosques e contactos introduzidos pelos utilizadores.

7.1 Introdução

Os vários ecrãs apresentados neste capítulo, pretendem ilustrar ao leitor a realidade que se vive junto do sistema. O sistema encontra-se em exploração desde Junho de 1998 até à presente data, sendo previsível em finais de 2000 a entrada em exploração de uma segunda versão deste sistema.

Os ecrãs apresentados cobrem na generalidade as aplicações utilizadas no Sistema Bolsa Imobiliário, com ambientes gráficos mais apelativos nas aplicações que correm nos quiosques e menos apelativos nas aplicações que correm no sistema central.

Os vários conjuntos de ecrãs encontram-se agrupados segundo a seguinte estrutura:

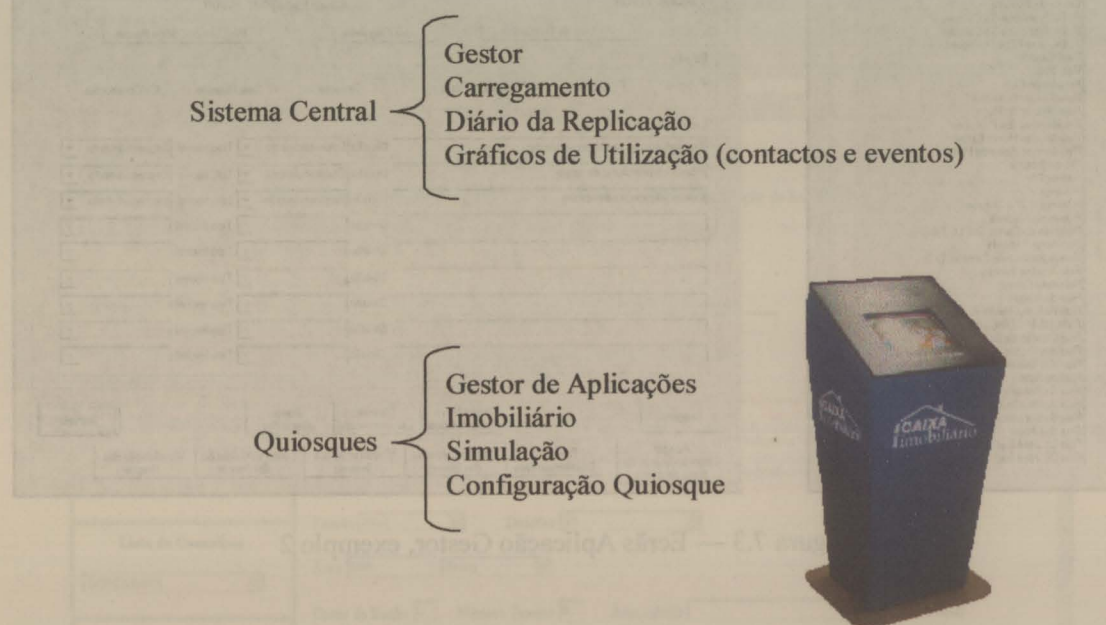


Figura 7.1 — Estrutura das aplicações no sistema central e nos quiosques

7.2 Sistema Central

7.2.1 Gestor

Gestor é uma aplicação desenvolvida em Visual Basic, que corresponde à aplicação que permite fazer a manutenção da informação dos imóveis na base de dados principal. Permite alterar características dos imóveis, eliminar imóveis, carregar mapas de freguesias, acrescentar novos valores às tabelas auxiliares, etc.

A aplicação pode ser executada em qualquer máquina ligada à rede local onde se encontra o servidor principal, conectando-se ao respectivo SQL Server através de um ODBC criado para o efeito.

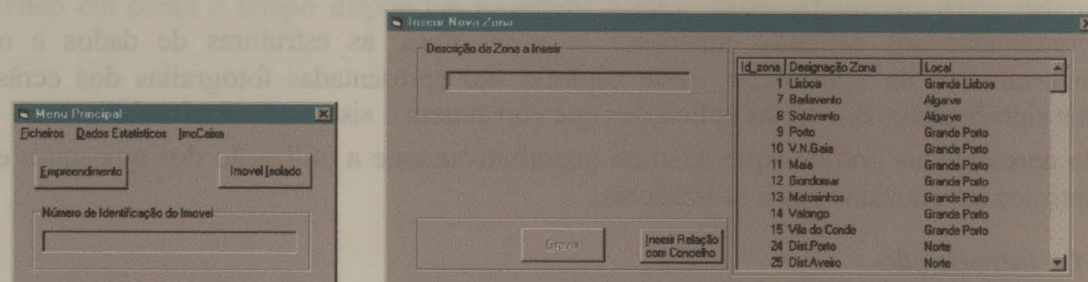


Figura 7.2 — Ecrãs Aplicação Gestor, exemplo 1

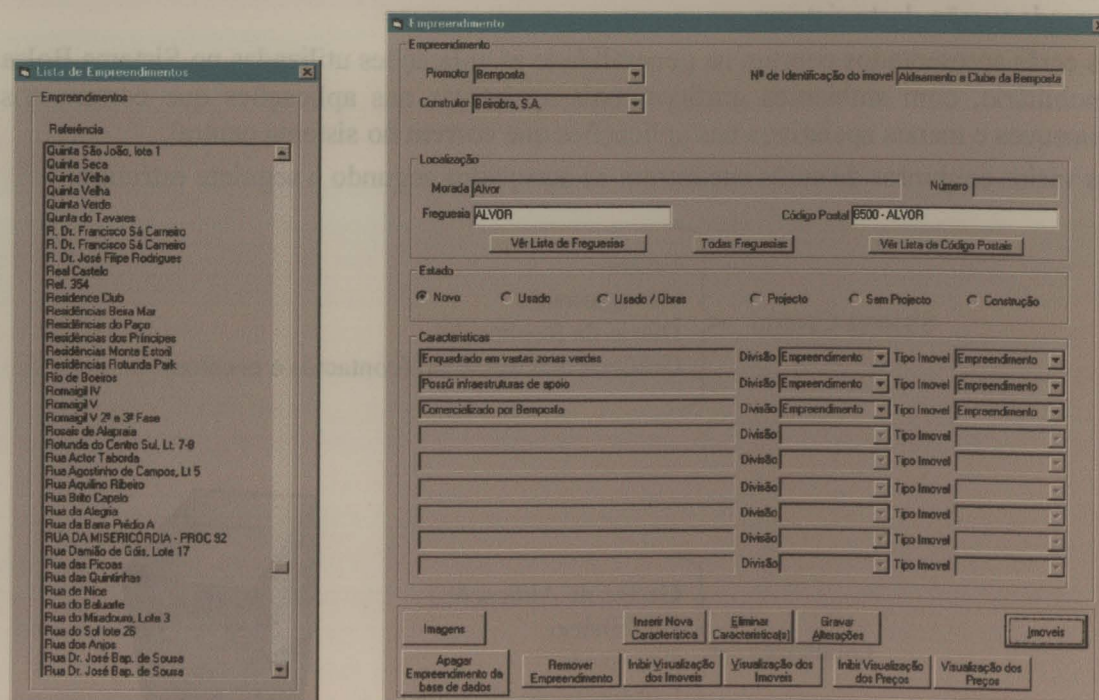


Figura 7.3 — Ecrãs Aplicação Gestor, exemplo 2

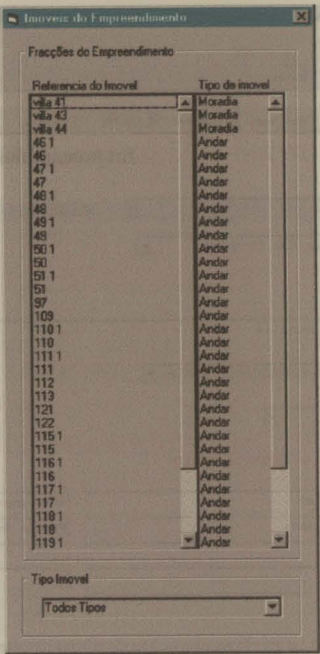


Figura 7.4 — Ecrã Aplicação Gestor, exemplo 3

7.2.2 Carregamento

Aplicação desenvolvida em HTML e ASP, configurada no serviço IIS4.0 da Microsoft. Corresponde ao sítio na Internet onde se faz o carregamento da informação dos imóveis, os textos e as imagens. O acesso à aplicação é controlado por autenticação do nome de utilizador e por senha. A aplicação conecta-se ao SQL Server através de um ODBC criado para esse efeito.

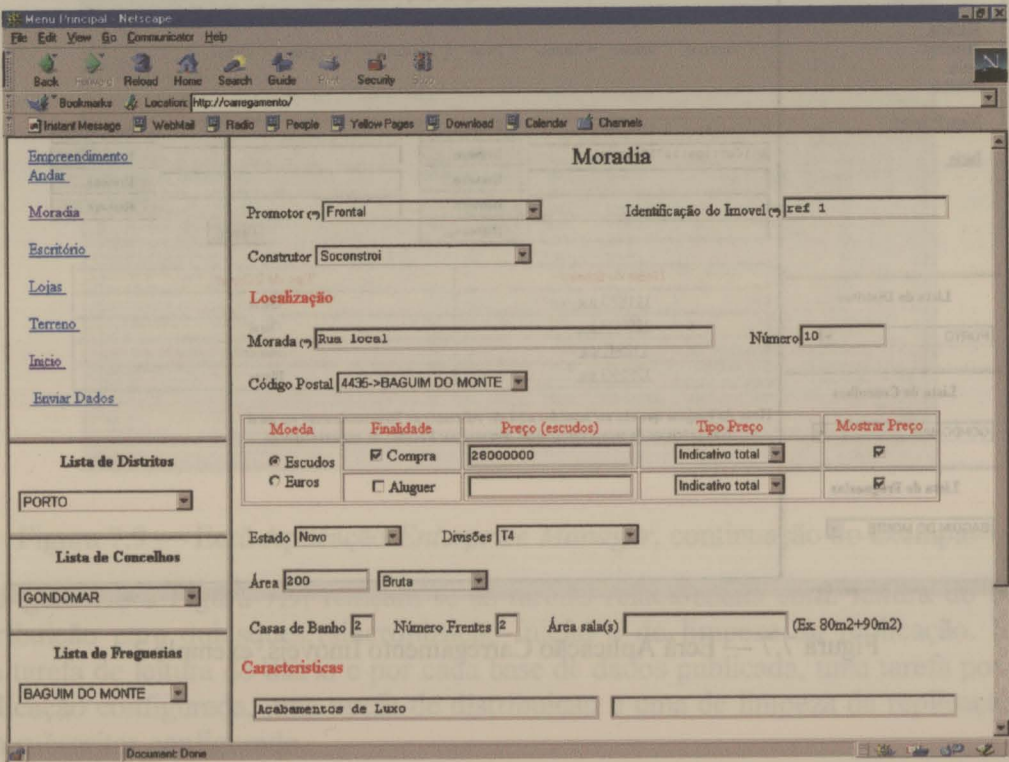


Figura 7.5 — Ecrã Aplicação Carregamento Imóveis, exemplo 1

Figura 7.6 — Ecrã Aplicação Carregamento Imóveis, exemplo 2

Nome do ficheiro	Tipo de Imagem
10187G.jpg	Geral
10006G.jpg	Geral
11294I.jpg	Interior
12956G.jpg	Planta

Figura 7.7 — Ecrã Aplicação Carregamento Imóveis, exemplo 3

7.2.3 Diário da Replicação

Os ecrãs apresentados, ilustram as janelas relacionadas com a gestão de tarefas na aplicação *Enterprise Manager*, que corresponde a uma aplicação gráfica de gestão remota ou local de servidores com o serviço SQL Server instalado.

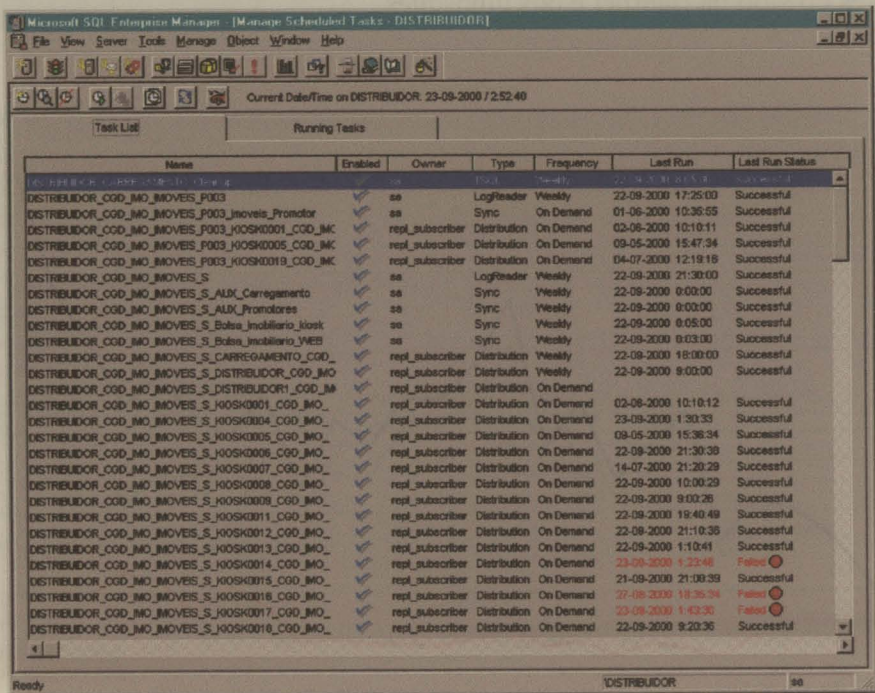


Figura 7.8 — Ecrã Aplicação *Enterprise Manager*, exemplo 1

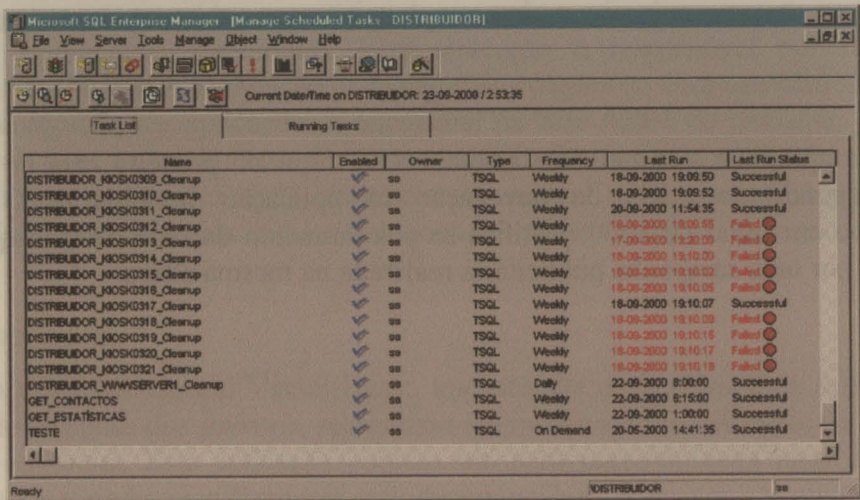


Figura 7.9 — Ecrã Aplicação *Enterprise Manager*, continuação do exemplo 1

Na Figura 7.8 e Figura 7.9, realçam-se as tarefas relacionadas com: leitura do diário, distribuição para quiosques, sincronização inicial e de limpeza da replicação. Existe uma tarefa de leitura do diário e por cada base de dados publicada, uma tarefa por cada publicação configurada, uma tarefa de distribuição e uma de limpeza da replicação por cada subscritor configurado.

7.2.4 Gráficos de Utilização

Os ecrãs apresentados, são gráficos produzidos na aplicação Microsoft Excel, com dados retirados das tabelas de contactos e eventos.

A Figura 7.10 apresenta a evolução dos contactos registados no sistema, após filtragem, provenientes do sítio na Internet e dos quiosques.

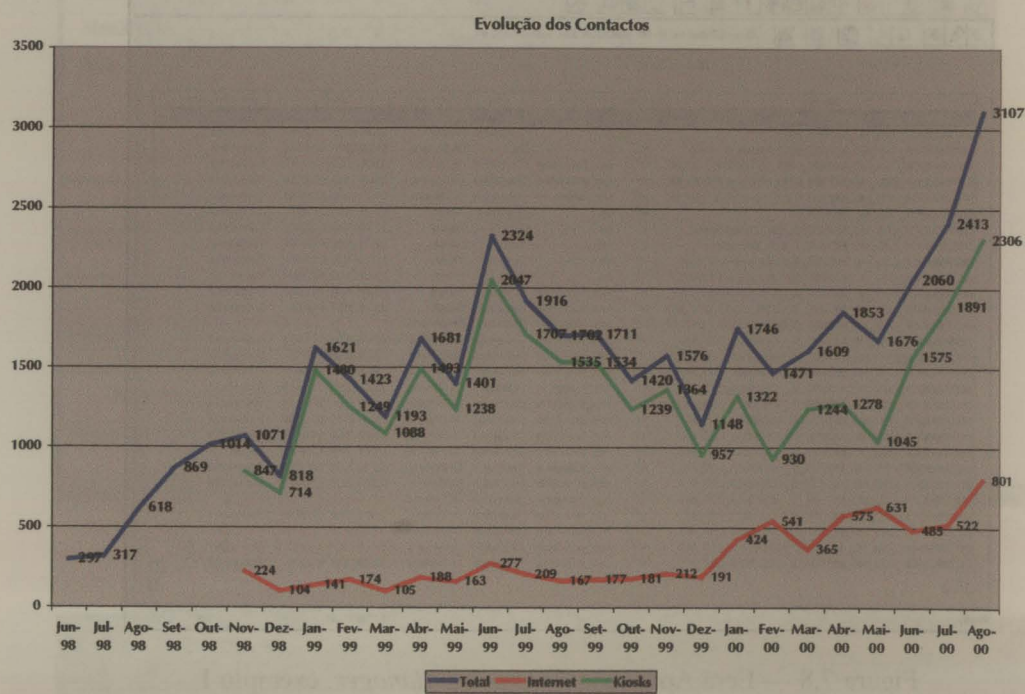


Figura 7.10 — Evolução dos Contactos Introduzidos pelos Utilizadores do Sistema

A

Figura 7.11 apresenta as estatísticas referentes ao toque do primeiro ecrã no quiosque, que corresponde ao início da navegação na aplicação Imobiliário. O aumento significativo em Julho de 2000, justifica-se pelo aumento da rede de quiosques de 65 para 115 e por uma campanha publicitária realizada na mesma altura.

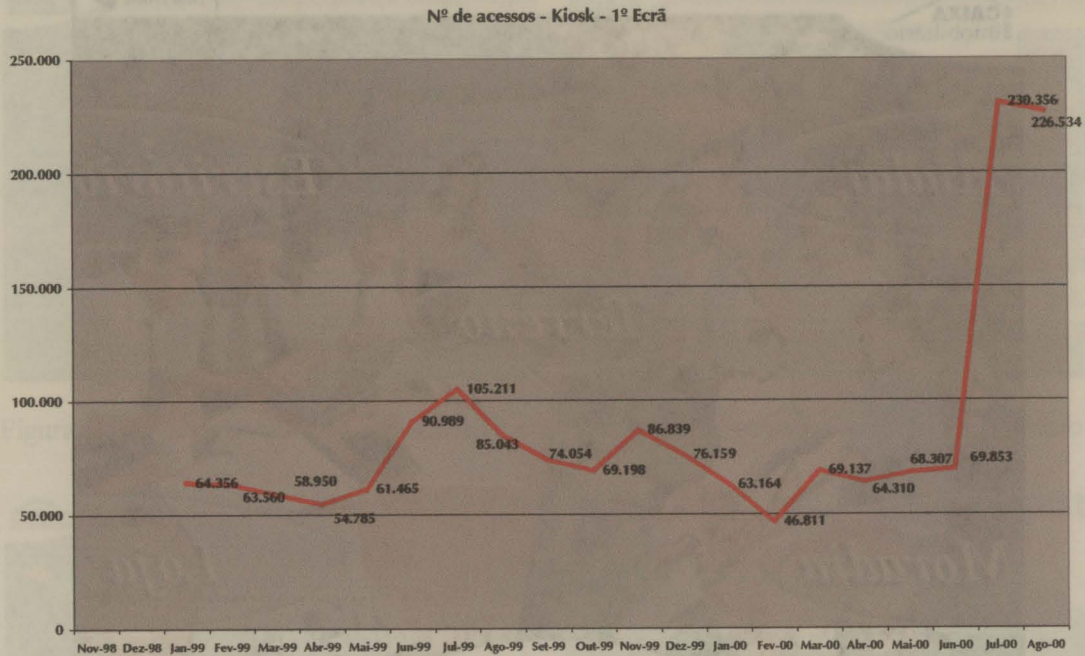


Figura 7.11 — Toques de 1º ecrã dos quiosques

7.3 Quiosques

7.3.1 Gestor de Aplicações

Aplicação desenvolvida em Visual Basic, que quando não existe interactividade no quiosque, apresenta um vídeo promocional, que após o primeiro toque no ecrã, lança em execução a aplicação Imobiliário. Esta aplicação é responsável por receber das aplicações Imobiliário e Simulação os eventos dos toques no ecrã associados aos vários ecrãs de navegação nas aplicações e armazenar na base dados do quiosque. Também é responsável pelo aparecimento do texto publicitário no topo dos vários ecrãs de navegação nas aplicações (não representado nestes ecrãs exemplificativos). Esta informação publicitária vem da base de dados do quiosque através de uma conexão por ODBC.

7.3.2 Imobiliário

Aplicação desenvolvida em Visual Basic, que permite aos utilizadores seleccionar os critérios de pesquisa dos imóveis, recorrendo à apresentação de vários ecrãs com zonas sensíveis ao toque. Esta aplicação contém um ecrã parecido com uma máquina de escrever antiga, onde os utilizadores introduzem os seus contactos. A aplicação liga-se ao SQL Server local do quiosque, através de um ODBC criado para esse efeito.



Figura 7.12 — Ecrã Inicial da Aplicação Imobiliário



Figura 7.13 — Ecrãs Aplicação Imobiliário para introdução de critérios



Figura 7.14 — Ecrãs Aplicação Imobiliário com resultados da pesquisa de imóveis, exemplo 1



Figura 7.15 — Ecrãs Aplicação Imobiliário, com resultados da pesquisa de imóveis, exemplo 2



Figura 7.16 — Ecrãs Aplicação Imobiliário, localização de imóvel e entrada de contactos

7.3.3 Simulação

Aplicação desenvolvida em Visual Basic, lançada para execução pela aplicação Imobiliário, que permite aos utilizadores efectuarem vários tipos de simulação de crédito, mediante a introdução ou selecção de alguns valores. Os resultados meramente indicativos, aparecem resumidos num ecrã, após a realização dos cálculos. A aplicação conecta-se ao SQL Server local ao quiosque, através de um ODBC criado para esse efeito.



Figura 7.17 — Ecrãs Aplicação de Simulação para introdução de critérios, exemplo 1



Figura 7.18 — Ecrãs Aplicação de Simulação para introdução de critérios, exemplo 2

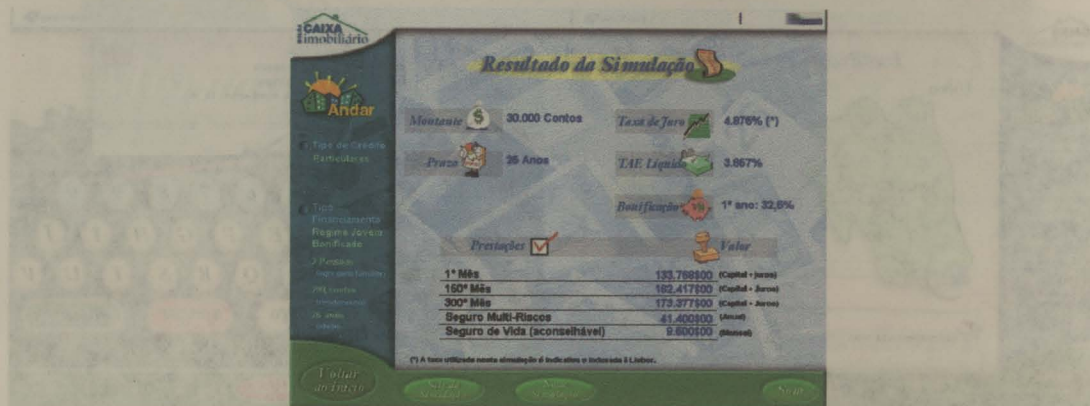


Figura 7.19 — Ecrã Aplicação de Simulação, resultado de simulação

7.3.4 Configuração Quiosque

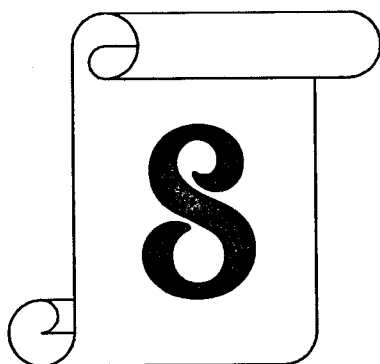
Aplicação desenvolvida em Visual Basic, que permite aos técnicos de manutenção dos quiosques, introduzir informação relativa à localização física do quiosque, números de série do equipamento que compõe o quiosque e ajustar alguns parâmetros relacionados com o sistema. A aplicação conectada ao SQL Server local do quiosque, através de ODBC.

KioskConfig 1.1

Identificador numérico do Quiosque	54
TimeOut do Screen Saver (x10s)	15
Volume do Som (0 a 5)	3
Indicativo Telefónico da Região	22
Nº RDIS do local	60299212
Nome de um responsável próximo	José Vieira
Nº Telefone mais próximo	7
Modelo / nº série do Computador	6276-220 / 6624ZJR
Modelo / nº série do Monitor	17B6827N02C / TY109xxxxxxxx
Modelo / nº série da UPS	423RPHP / GE90xxxxxxxx
Local / Morada	Quiosque para Testes.

Data de instalação
29-10-1999 17:37:40

OK
Recuperar
Cancelar



Conclusões e Trabalho Futuro

8.1 Introdução

Um bom subsistema de replicação de informação, associado a um sistema que contemple quiosques multimédia distribuídos geograficamente por pontos estratégicos, é factor determinante para o sucesso desse sistema de quiosques, especialmente quando o alvo preferencial é o público em geral. O tipo de informação a circular no sistema, engloba dados multimédia que o subsistema de replicação terá fazer chegar aos quiosques, de forma transparente.

Nesta dissertação, foi objecto de estudo um desses subsistemas de replicação de informação, nomeadamente o disponibilizado pelo pacote de software SQL Server 6.5 da Microsoft.

8.2 Conclusões

Para a avaliação da tecnologia de replicação, foi usado o caso de estudo de um sistema com implementação real no terreno, sistema designado por Bolsa Imobiliário.

Foram considerados dois cenários: o primeiro correspondeu à implementação inicial do sistema, que abrangia um número pouco significativo de quiosques; e o segundo cenário que correspondeu ao natural crescimento da rede de quiosques, para um aumento significativo no número de quiosques em rede.

O comportamento do subsistema de replicação para um sistema constituído por poucos quiosques, cerca de 50, e o servidor principal, foi considerado aceitável. Para um número superior de quiosques, constatou-se que o comportamento do subsistema de replicação já não conseguia ter um desempenho aceitável.

O subsistema de replicação do SQL Server comprovou ter limitações quanto ao número de servidores de subscrição que um determinado servidor de distribuição pode ter agregado em simultâneo. As limitações constatadas na prática, confirmaram-se no estudo realizado à estrutura de tabelas que dão suporte ao subsistema de replicação. Efectivamente a estrutura não se encontra optimizada. A forma como essas tabelas estão estruturadas, faz com que o número de registos numa delas aumente significativamente, por cada novo subscritor configurado. O número de registos é directamente proporcional ao número de subscritores * o número de transacções a replicar. O elevado número de registos aliado à indexação intrínseca criada pelo SQL Server, leva a que a manipulação da informação nestas tabelas seja caótica. Estranho foi o facto de constatar que muitas das vezes o espaço ocupado pela indexação excedia em mais do dobro, o espaço ocupado pelos dados efectivos (as transacções a replicar).

O valor 50, referido anteriormente, não corresponde a um número mágico, ele aparece devido ao volume (carregamento e actualizações) e ao tipo de informação

transaccionada (Imóveis) no sistema, considerando apenas um servidor de distribuição (instalado no servidor principal). Para valores superiores, o subsistema de replicação não dá boa resposta.

Noutros sistemas em que o volume e o tipo informação seja diferente, com um maior ou menor fluxo de transacções, muito provavelmente o valor será menor ou maior, respectivamente. O valor 50 foi o encontrado para o sistema Bolsa de Imóveis, para um fluxo de dados cerca de 1Mbyte por dia.

A necessidade de fazer crescer significativamente o número de quiosques na rede, fez com que se passasse de uma estrutura em estrela (Solução A), que funciona para uma rede pequena de quiosques, para uma estrutura em árvore (Solução B).

Na estrutura em árvore, é do nó raiz que parte a informação sobre os Imóveis para as ramificações intermediárias e que agrega a informação vinda em sentido contrário. Nas ramificações intermediárias estão os servidores de distribuição secundários. A informação introduzida nos quiosques é sucessivamente agregada nesses servidores de distribuição secundários, até que termina no nó raiz. Esta estrutura permitiu repartir a carga de distribuição e o atendimento dos quiosques, por vários servidores auxiliares dedicados.

Tendo em conta o fluxo de informação que o sistema Bolsa Imobiliário tem, o número de quiosques aceitável em cada nó de distribuição é de 100. Se no nó raiz não existirem mais do que 50 servidores de distribuição, a rede de quiosques poderá ser constituída por 5000 quiosques. Neste caso apenas está contemplado um nível de servidores de distribuição secundários. A rede poderá expandir mais se incluirmos outro nível nos nós de distribuição secundária.

8.3 Trabalho futuro

O trabalho a desenvolver no futuro, mantendo o espírito de investigação na área da replicação de informação em sistemas com elevado número de subscritores, abrange duas linhas de actuação:

- Testar e validar a estrutura das tabelas proposta, aproveitando algumas das funcionalidades existentes no SQL Server. Esta situação obrigaria a que os processos envolvidos na replicação de dados fossem substituídos por outros, adaptados à referida estrutura. Mas, a dependência da base de dados de suporte à informação da actividade em causa, manter-se-ia com o pacote SQL Server. Esta solução poderia tornar mais flexível a estrutura em árvore, com tempos de integração pequenos, já que o sistema de suporte, quer para os dados em geral, quer para a replicação, seria o mesmo.
- Implementar um sistema de replicação de raiz, independente do sistema de base de dados de suporte da informação da actividade, que poderia manter-se em SQL Server. Esta seria talvez a situação ideal, já que o sistema de replicação poderia ser optimizado para funcionar numa rede grande de subscritores. Por outro lado, o sistema de replicação, para além da transparência que teria que ter quanto ao tipo de dados a replicar, também seria um subsistema independente do sistema DBMS utilizado na gestão e armazenamento dos dados da actividade em causa.



Lista de Referências

- [1] Booch, Jacobson e Rumbaugh, “The Unified Modeling Language User Guide”, Addison Wesley, 1999.
- [2] Marie Buretta, “Data Replication – Tools and Techniques for Managing Distributed Information”, Wiley Computer Publishing, 1997.
- [3] Microsoft, “Administrator’s Companion” – SQL Server”, 1995.
- [4] Microsoft, “Developing Distributed Applications Using SQL Server Replication”, 1997.
- [5] Microsoft, “Transact-SQL Reference” – SQL Server, 1995.
- [6] <http://bolsa-caixa-imobiliario.imediata.pt>.
- [7] <http://www.microsoft.com>.
- [8] <http://www.rational.com>.
- [9] <http://www.sibs.pt/pt/genese.html>.



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000056140