

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SAT-5: Um Sistema de Informações em Solo para os Experimentos a Bordo do Satélite de Aplicação Científica - SACI-1

por

Romualdo Alves Pereira Júnior

Campina Grande - PB, 26 de fevereiro de 1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

ROMUALDO ALVES PEREIRA JÚNIOR

**SAT-5: Um Sistema de Informações em
Solo para os Experimentos a Bordo do
Satélite de Aplicação Científica - SACI-1**

*Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Informática da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para a obtenção do Grau de
Mestre.*

Orientador: *Prof. Ulrich Schiel, PhD.*

Campina Grande - PB, 26 de fevereiro de 1998

Ficha Catalográfica

Pereira Júnior, Romualdo Alves

SAT-5: Um sistema de informações em solo para os experimentos a bordo do Satélite de Aplicação Científica - SACI-1 - Campina Grande: CCT/COPIN da UFPB, 1998. 127p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Coordenação de Pós-Graduação em Informática, Campina Grande, 1998.

Orientador: Prof. Ulrich Schiel, PhD.

1. Banco de Dados Avançado - Temporal, Relacional, Ativo, Científico, Textual.
2. Sistema de Informações em Solo. 3. Microsatélites. I. Título.

681.3.02

CDU (2^a.ed.)

**SAT-5: UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES EM SOLO PARA OS
EXPERIMENTOS A BORDO DO SATÉLITE DE APLICAÇÃO
CIENTÍFICA-SACI-1**

ROMUALDO ALVES PEREIRA JÚNIOR

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26.02.1998



**PROF. ULRICH SCHIEL, Dr.
Presidente**



**PROF. MARCUS COSTA SAMPAIO, Dr.
Examinador**



**PROF. JOSÉ ÂNGELO DA COSTA FERREIRA NERI, Dr.
Examinador**

CAMPINA GRANDE - PB

Dedicatória

Ao meu Deus, “Cristo, em quem todos os tesouros da sabedoria e do conhecimento estão ocultos” (Cl 2:3)

Aos meus pais, Romualdo e Maria, exemplos de perseverança;

Á minha esposa, Kátia, cooperadora idônea;

Aos meus filhos, Renan e Karen, continuação da minha vida.

*“Buscai as coisas lá do alto ...
Pensai nas coisas lá do alto,
não nas que são aqui da terra.”*

(Colossenses 3:1,2)

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à minha esposa, Kátia, pela companhia, envolvimento e estímulo durante todo o período deste trabalho. Aos meus familiares, pelo apoio e cuidado.

Ao Prof. Ulrich Schiel, sou-lhe muito grato pela orientação deste trabalho, e sobretudo, pelas inúmeras ocasiões em que promoveu um ambiente bastante propício para o bom desempenho do curso como um todo.

Em especial, o CNPq tem o meu apreço e gratidão, tendo viabilizado financeiramente os meus estudos e concedido a minha liberação das atividades profissionais para exercer as novas atribuições acadêmicas.

Agradeço ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo meu engajamento no projeto objeto desta dissertação, redundando, inclusive, na minha redistribuição para este renomado órgão.

Não poderia deixar de mencionar o suporte técnico da SOLID Information Technology pelas inúmeras orientações fornecidas, sempre em tempo hábil.

Agradeço aos meus amados irmãos em Cristo que sempre estiveram ao meu lado em comunhão e oração, suprimindo-me com as sãs palavras da verdade.

Enfim, eu gostaria de agradecer a todos aqueles que investiram um pouco do seu tempo em dedicação e amor a este projeto. Também àqueles que, de alguma forma, precisaram me suportar para tornar possível o bom andamento e a conclusão deste trabalho.

Resumo

Este trabalho consiste do desenvolvimento do sistema de informações em solo para os quatro experimentos – PLASMEX, ORCAS, PHOTO e MAGNEX – que constituem a carga útil do primeiro satélite brasileiro para aplicações científicas. Denominado SACI-1, deverá ser lançado sob a mesma ogiva do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos da Terra (CBERS), pelo lançador chinês Longa Marcha IV, em outubro de 1998.

Sob o enfoque do banco de dados para o plasma espacial, esta dissertação descreve as características funcionais, facilidades, implementação, configuração e segurança do sistema.

Abstract

This work regards the ground station software development for the experiments – PLASMEX, ORCAS, PHOTO and MAGNEX – that constitute the payload of the first small brazilian satellite for scientific applications. Named SACI-1, it shall be launched as piggyback of China-Brazil Earth Resource Satellite (CBERS) piggyback, by the chinese launcher Long March IV, on october of 1998.

Focusing on the space plasma database, this dissertation describes the software and its functional features, facilities, implementation, configuration and security.

Lista de Figuras

Figura 2-1 - VLS	13
Figura 2-2 - Órbitas dos Satélites Artificiais.....	14
Figura 3-1 - Estrutura do Microsatélite SACI-1.....	17
Figura 4-1 - Tela Inicial do SAT-5	24
Figura 4-2 - Módulos Funcionais do SAT-5	25
Figura 4-3 - Módulo de Experimentos do SAT-5.....	25
Figura 4-4 - Tela de Descrição dos Experimentos do SACI-1	26
Figura 4-5 - Tela de telemetria do Experimento PLASMEX	27
Figura 4-6 - Tela de Efemérides do SACI-1	28
Figura 4-7 - Tela de Cadastramento de Referências Científicas	30
Figura 4-8 - Tela de Consultas de Referências Científicas	31
Figura 4-9 - Tela de Cadastramento do Dicionário Enciclopédico	32
Figura 4-10 - Tela de Consultas do Dicionário Enciclopédico.....	33
Figura 4-11 - Tela de Definição de Stop-Words.....	34
Figura 4-12 - Informações sobre a Compilação do SAT-5.....	38
Figura 4-13 - Configuração da Estação SACI-1	51
Figura 4-14 - Senha de Acesso ao Banco de Dados.....	52
Figura 4-15 - Programa de Instalação do SAT-5.....	55
Figura 5-1 - Arquitetura do SOLID Server	62
Figura 5-2 - Criação do Driver ODBC para o SAT-5	64
Figura 5-3 - Criação de um 'Alias' para o Banco de Dados TRACT	64
Figura 5-4 - Definição de Tabela no Object Inspector do Delphi 3.....	65
Figura 6-1 - Esquema E-R do Banco de Dados TRACT	73
Figura 6-2 - Generalização dos Subtipos de 'Experimentos'.....	75
Figura 6-3 - Pacote de Telemetria dos Dados do PLASMEX.....	76
Figura 6-4 - Pacote de Telemetria dos Dados do ORCAS	77

Figura 6-5 - Pacote de Telemetria dos Dados do PHOTO	78
Figura 6-6 - Pacote de Telemetria dos Dados do MAGNEX	79
Figura 6-7 - Exemplo de Definição de Tabelas, via Borland Database Desktop	79
Figura 6-8 - Versão Não-Temporal dos Dados do MAGNEX_XYZ.....	90
Figura 6-9 - Versão Temporal dos Dados do MAGNEX_XYZ.....	91
Figura 6-10 - Versão Temporal dos Dados do PLASMEX_ETP	92
Figura 6-11 - Rede de Petri para Identificação de Operadores Temporais do T-SQL.....	95
Figura 6-12 - Consulta SQL Simulando Consulta T-SQL.....	96
Figura 6-13 - Tela de Interface para Consultas Temporais no Padrão T-SQL.....	98

Lista de Tabelas

Tabela 1-1 - Terminologia Básica.....	4
Tabela 3-1 - Características Técnicas do SACI-1	16
Tabela 3-2 - Formato NORAD: Two-Line-Elements	19
Tabela 6-1 - Descrição das tabelas do Banco de Dados TRACT.....	80
Tabela 6-2 - Gráfico de Execução Gerado pelo Otimizador de Consultas.....	88

Sumário

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
SUMÁRIO	xii
Capítulo 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - MOTIVAÇÃO	2
1.2 - MÉRITO CIENTÍFICO	3
1.3 - ESCOPO	3
1.4 - TERMINOLOGIA BÁSICA	3
1.5 - METODOLOGIA	5
1.6 - ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	6
Capítulo 2 - SATÉLITES ARTIFICIAIS	7
2.1 - DESCRIÇÃO GERAL	7
2.2 - SATÉLITES CIENTÍFICOS	7
2.2.1 - Pesquisas Realizadas na Atmosfera Terrestre	8
2.2.2 - Processo de Telemetria e Telecomandos	9
2.3 - SATÉLITES PEQUENOS	10
2.3.1 - Classificação	11
2.3.2 - Anatomia	12
2.3.3 - Lançamentos	12
2.4 - ÓRBITAS	13
Capítulo 3 - A MISSÃO SACI-1	15
3.1 - O MICROSATÉLITE SACI-1	15
3.1.1 - Descrição	15

3.1.2 - Arquitetura	16
3.1.3 - Orbitografia e Controle de Atitude	18
3.2 - OS EXPERIMENTOS DE CARGA ÚTIL A BORDO DO SACI-1	21
3.2.1 - PLASMEX - Experimentos das Bolhas do Plasma	21
3.2.2 - ORCAS - Observação de Raios Cósmicos e Anômalos Solares na Magnetosfera.....	22
3.2.3 - MAGNEX - Experimentos Geomagnéticos.....	22
3.2.4 - Órbitas.....	23
Capítulo 4 - SAT-5: O SISTEMA PARA OS EXPERIMENTOS.....	24
4.1 - DESCRIÇÃO GERAL.....	24
4.2 - MÓDULOS FUNCIONAIS.....	25
4.2.1 - Módulo de Experimentos.....	25
4.2.2 - Módulo de Orbitografia.....	27
4.2.3 - Módulo de Dados de Posicionamento da Antena	29
4.2.4 - Módulo de Referências Textuais	29
4.2.5 - Módulo de Simulação.....	35
4.2.6 - Módulo de Transferência de Mídia	35
4.2.7 - Módulo de Instrumentos Virtuais.....	36
4.2.8 - Módulo de Documentação	36
4.2.9 - Módulo de Conexão com a Internet.....	37
4.2.10 - Módulo de Ajuda.....	37
4.3 - IMPLEMENTAÇÃO.....	37
4.3.1 - Módulo de Experimentos.....	39
4.3.2 - Módulo de Orbitografia.....	41
4.3.3 - Módulo de Dados de Posicionamento da Antena	42
4.3.4 - Módulo de Referências Textuais	42
4.3.5 - Módulo de Simulação.....	47
4.3.6 - Módulo de Transferência de Mídia	47
4.3.7 - Módulo de Instrumentos Virtuais.....	47

4.3.8 - Módulo de Documentação	49
4.3.9 - Módulo de Conexão com a Internet.....	49
4.3.10 - Módulo de Ajuda	49
4.4 - CONFIGURAÇÃO DA ESTAÇÃO SACI-1	50
4.5 - SEGURANÇA DO SISTEMA	52
4.6 - INSTALAÇÃO DO SISTEMA	54
Capítulo 5 - O SERVIDOR DE BANCO DE DADOS	57
5.1 - HISTÓRICO TECNOLÓGICO DOS SISTEMAS DE BANCOS DE DADOS.....	59
5.2 - ARQUITETURA DO SERVIDOR.....	62
5.2.1 - Interface para Programação de Aplicativos (API).....	62
5.2.1.1 - Ferramentas de Desenvolvimento de Aplicações.....	63
5.2.1.2 - Driver ODBC	63
5.2.1.3 - O Padrão ANSI SQL.....	65
5.2.1.4 - O Componente Ativo do SOLID Server.....	66
5.2.2 - Serviços de Rede	69
5.2.3 - Tradutor e Otimizador SQL	70
5.2.4 - Resumo do Funcionamento do SOLID Server	70
Capítulo 6 - O BANCO DE DADOS TRACT	71
6.1 - MODELAGEM.....	71
6.2 - LINGUAGEM SQL	85
6.3 - BANCO DE DADOS TEMPORAL.....	89
6.3.1 - Técnicas de Indexação de Bancos de Dados Históricos	97
6.4 - BANCO DE DADOS ATIVO.....	101
6.5 - BANCO DE DADOS CIENTÍFICO.....	105
6.6 - BANCO DE DADOS TEXTUAL.....	109
6.7 - INTEGRAÇÃO DO BANCO DE DADOS COM A INTERNET	111
Capítulo 7 - CONCLUSÃO.....	112

Apêndice I - Hardware e Software da Estação SACI-1	114
Apêndice II - Abstract Aprovado pela IASTED International - CSA'98.....	119
Apêndice III- Sites Interessantes na World Wide Web	121
Apêndice IV- Comandos SQL do SOLID Server	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124

Capítulo 1 - Introdução

A Terra ocupa uma posição privilegiada quanto aos limites extremos de variação de temperatura, o que permitiu o desenvolvimento da vida no planeta. Os outros planetas do sistema solar, ou são muito quentes, quando próximos do sol, ou muito frios, quando muito afastados. A massa da Terra permite a existência de uma atmosfera que protege a vida contra os meteoritos e as radiações solares e propicia o lento resfriamento do planeta à noite. Esse ambiente e os recursos da Terra sempre sofreram constantes mudanças, principalmente em decorrência da atividade humana no planeta, pondo em risco o equilíbrio natural e a qualidade de vida.

Com o intuito de minimizar os problemas e para compreender tais fenômenos que produzem alterações e transformações no mundo em que vivemos, fazem-se necessárias variadas e repetidas observações científicas, sendo que uma das maneiras mais eficazes e econômicas para a captação dos dados necessários para monitorar e modelar estes fenômenos é realizar tais observações no espaço. Devido a isso, originaram-se inúmeras pesquisas científicas e tecnológicas em todo o mundo, as quais redundaram no desenvolvimento de satélites artificiais, com sistemas de controle de missões e sistemas de informações em solo.

Nos últimos anos, novas gerações de satélites relativamente pequenos, os chamados microsatélites, estão emergindo em vários domínios de aplicações e empregando novas soluções tecnológicas confiáveis, com alta performance e a um baixo custo [20], desde a fase do projeto, passando pelo lançamento em si, até a monitoração e manutenção dos mesmos.

O Brasil, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), engajou-se em 1988 na construção do seu primeiro Satélite de Aplicação Científica, o microsatélite SACI-1, pretendendo que este seja o precursor de uma série. O SACI-1 deverá ser lançado no início de 1998 pelo lançador Longa Marcha IV, na China, na mesma ogiva do *China-Brazil Earth Resources Satellite* - CBERS, um grande projeto cooperativo sino-brasileiro.¹

¹ Em 12 de dezembro de 1997, foi divulgado pelo diretor geral do INPE, Dr. Márcio Nogueira Barbosa, que em fevereiro de 1998, o Brasil e a China devem assinar um acordo de extensão do programa do CBERS, adiantando que a negociação vai envolver o desenvolvimento de outros dois satélites, que

Todos os dados coletados no pelos experimentos de carga útil do SACI-1 serão recebidos pela estação em solo e, posteriormente, armazenados pelo Sistema com Abordagem Temporal de Aquisição de Telemetria, Ativação de Telecomandos e Armazenamento Textual sobre a Atmosfera Terrestre (SAT-5), objeto desta dissertação de mestrado.

1.1 - MOTIVAÇÃO

A Missão SACI-1 foi imaginada na década passada, em 1988, mas só em 1995 os esforços têm-se concentrado em torno da construção do satélite, da seleção dos experimentos de carga útil através de um Anúncio de Oportunidades, da fabricação do computador de bordo e dos microcontroladores para os experimentos selecionados.

Quando da colocação do satélite em órbita, os dados coletados seriam transmitidos para as estações em solo e gravados em CD-ROM, de forma bruta, tornando-se disponíveis aos cientistas. Estes, por sua vez, deveriam desenvolver seus sistemas individualmente para o processamento e derivação das informações.

Uma solução mais completa incluiria a organização dos dados recebidos em solo referentes aos experimentos de forma a viabilizar consultas de telemetria, emitir mensagens de alerta aos coordenadores dos experimentos quando da detecção automática de situações anômalas, definidas por regras tipo evento-condição-ação e a integração dos experimentos.

Com o desenvolvimento do SAT-5, os dados não serão apenas arquivados a cada contato com o satélite, mas, sim, armazenados em um banco de dados científico, relacional, dinâmico (ativo), com características temporais e, ainda, contendo informações textuais.

1.2 - MÉRITO CIENTÍFICO

O SAT-5 é um projeto que tem aplicação institucional direta, tendo sido implementado e implantado no Centro Regional de Natal do INPE.

Em meados de 1997 fomos agraciados com a aprovação de nosso artigo sobre o banco de dados para o SACI-1 intitulado "*A Relational Database for the Space Plasma Data collected by the SACI-1 Mission*" ("Um Banco de Dados Relacional para os Dados

do Plasma Espacial coletados pela Missão SACI-1”) no Volume 3119 (*Multispectral Imaging for Terrestrial Applications II*) editado e publicado em setembro/1997 por J. B. Lurie e T. Delaney nos *Proceedings of The International Society for Optical Engineering* - SPIE, Reunião Anual de 1997, em San Diego, Califórnia, Estados Unidos [10].

No final do ano de 1997, outro artigo de nossa autoria referente a este trabalho foi selecionado e aceito para ser apresentado na *IASTED International Conference (The International Association of Science and Technology for Development)*, a ser realizada em março de 1998, em Irbid, Jordânia (Apêndice II). O título do artigo submetido é “*A Telemetry Data Visualization System for SACI-1 Brazilian Microsatellite*” (“Um Sistema de Visualização de Dados de Telemetria para o Microsatélite Brasileiro SACI-1”).

1.3 - ESCOPO

O desenvolvimento do sistema contempla os quatro experimentos de carga útil a bordo do microsatélite SACI-1, a saber: PLASMEX, ORCAS, PHOTO e MAGNEX.

Funcionalmente, as rotinas disponíveis cobrem os seguintes aspectos do sistema: Experimentos; Orbitografia; Antena; Referência; Documentação; Internet; e Ajuda.

1.4 - TERMINOLOGIA BÁSICA

Alguns termos e abreviaturas utilizados neste trabalho merecem constar aqui, visando assim uma melhor compreensão do texto. Podem referir-se à missão, aos experimentos a bordo do satélite, ao sistema em solo, ao banco de dados etc.

Grande parte dos verbetes consta no Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica [17], também, disponível no sistema SAT-5 e descrito nos itens 4.2.4 e 4.3.4 desta dissertação.

Tabela 1-1 - Terminologia Básica

Termo	Descrição
4GL	<i>Fourth Generation Language</i> - Linguagem de Quarta Geração, de alto nível, amigável, com ambiente gráfico de desenvolvimento de aplicações.
Altitude	Em astronomia, navegação e pesquisa, a altitude de um objeto celeste é a sua distância angular acima ou abaixo do horizonte celeste, a qual é medida ao longo do círculo vertical que passa pelo objeto celeste e o Zenith (um ponto imaginário diretamente sobre o observador).
API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface para Programação de Aplicativos)
Atmosfera	A atmosfera é o mais próximo envoltório de gases e de partículas suspensas que circunda a Terra, influenciando profundamente as condições ambientais na superfície do planeta. Sem os processos químicos que envolvem os muitos gases atmosféricos, a vida não poderia existir. Os processos físicos que operam na atmosfera são também de vital importância para a variação climática na Terra.
Carga útil	Conjunto de equipamentos que um veículo espacial pode transportar para cumprir determinada missão. A noção é bastante variável. Assim, esse termo pode ser aplicado a um satélite em relação ao lançador que o transporta, ou ao bloco experimental embarcado sobre uma nave em relação à sua massa total.
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i> (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos da Terra)
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTA	Centro Tecnológico da Aeronáutica
IASTED	The International Association of Science and Technology for Development
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Lançador	Estrutura e sistema de lançamento de satélites. Poucos países possuem lançadores próprios. O Longa Marcha é um dos mais competitivos do mundo. O Brasil desenvolveu recentemente o VLS.
MAGNEX	Experimento Geomagnético. É um dos experimento a bordo do SACI-1.
MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
Microsatélite	Satélite de pequena dimensão, pouco peso e baixo custo de fabricação e de lançamento (pela possibilidade de ser colocado sob a mesma coifa de outros satélites maiores ou por lançadores de pequeno porte. O microsatélite SACI-1 (60 kg) será lançado junto com o CBERS (1,6 toneladas). São muito úteis em vários domínios de aplicações que estão emergindo na atualidade.
OBC	<i>On Board Computer</i> - Computador de Bordo do SACI-1 totalmente construído no Brasil. Toda a comunicação entre o microsatélite e a estação em solo se dá através dele.
Ogiva	Parte frontal de um foguete ou veículo espacial, que geralmente transporta a carga útil.
ORCAS	Experimento de Observação de Raios Cósmicos e Anômalos Solares na Magnetosfera. É o segundo experimento a bordo do SACI-1.
PHOTOEX	Experimento do Fotômetro de Aeroluminescência. É um dos experimentos a bordo do SACI-1.
PLASMEX	Experimento das Bolhas do Plasma. É um dos experimentos a bordo do

	microsatélite SACI-1.
SACI-1	Satélite de Aplicações Científicas. O primeiro satélite científico brasileiro de uma provável série.
SAT-5	Sistema com Abordagem Temporal de Aquisição de Telemetria, Ativação de Telecomandos e Armazenamento Textual sobre a Atmosfera Terrestre.
SCD	Satélite de Coleta de dados
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados
SPIE	The International Society for Optical Engineering
SQL	<i>Structured Query Language</i> - Linguagem de Consulta Estruturada, é uma linguagem de manipulação e definição de dados que permite a execução de diversas operações em conjuntos de dados. Possui poderosos recursos de busca, de alteração de estruturas de bancos de dados, junção de tabelas, manutenção de registros, atualizações em grupo, geração de estatísticas etc.
Telecomandos	Comandos enviados aos experimentos a bordo do SACI-1 através da estação em solo para o OBC, que por sua vez, distribui para os microprocessadores dos experimentos.
Telemetria	É um processo automatizado de comunicação pelo qual medições são feitas remotamente e transmitidas para um equipamento receptor que monitora, apresenta e armazena os dados adquiridos. Originalmente, a telemetria ocorria por meio de cabos. Atualmente, o mais comum é por meio de ondas de rádio.
TRACT	Banco de dados moderno, modelado para o SAT-5, com as seguintes características: Temporal, Relacional, Ativo, Científico e Textual.
UFPb	Universidade Federal da Paraíba
VLS	Veículo Lançador de Satélites, desenvolvido no Brasil pelo CTA

1.5 - METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do sistema, utilizou-se o ambiente de programação visual Borland Delphi 3, o servidor de bancos de dados SOLID Server, o sistema operacional Windows NT Server 4.0, uma estação de trabalho composta por um microcomputador Pentium 166Mh com HD de 2 Gb.

A modelagem conceitual básica e o projeto do banco de dados foram realizados com a abordagem de entidades e relacionamentos.

As Redes de Petri foram usadas para modelar os programas de identificação de operadores temporais para a extensão T-SQL, com base em intervalos de tempo de dados válidos dos experimentos.

A característica ativa do banco de dados foi implementada no SOLID Server, através de procedimentos armazenados, consistência forçada e objetos de eventos.

As rotinas de cadastramento e recuperação textual foram desenvolvidas em ObjectPascal.

1.6 - ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A estrutura monográfica está organizada em sete capítulos. O capítulo introdutório anuncia o assunto, situa-o, justifica a sua escolha, esclarece os objetivos pretendidos e a metodologia escolhida para alcançá-los, além de apresentar a terminologia básica para a compreensão do texto. Em seguida, no segundo capítulo, temos uma descrição dos satélites artificiais e suas órbitas, dando-se ênfase àqueles de aplicação científica e os de pequeno porte. A Missão SACI-1 é explanada no terceiro capítulo, mais especificamente apresentando o microsatélite SACI-1 e os seus experimentos de carga útil. Logo em seguida, no quarto capítulo, temos a descrição do sistema em solo para esses experimentos, explorando todos os módulos funcionais, considerações sobre a implementação, configuração, segurança e instalação. O servidor de banco de dados para o sistema tem reservado para si o quinto capítulo, onde é apresentado um breve histórico de gerenciadores de bancos de dados, a arquitetura adotada, aspectos de gerenciamento, a teoria de operação e uma breve história da linguagem SQL. O sexto capítulo apresenta a modelagem conceitual e o projeto do banco de dados para o SAT-5, enfatizando as características avançadas do mesmo. Finalmente, o sétimo capítulo conclui todo o trabalho e aponta para desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2 - Satélites Artificiais

2.1 - DESCRIÇÃO GERAL

Um satélite artificial é um objeto feito pelo homem e colocado em uma órbita periódica em que se move principalmente sob a influência gravitacional de um corpo celeste, como o Sol, a Terra ou outro planeta. Desde o séc. XVII já se estudavam teorias sobre os satélites, conhecendo-se, por exemplo, as leis do movimento, órbita elíptica etc. Porém, somente recentemente, pôde-se verificar na prática os estudos realizados. Atualmente, várias nações (como os Estados Unidos, a União Soviética, a França, o Japão e a China) desenvolveram lançadores de satélites, colocando em órbita alguns deles [15].

Existem algumas aplicações que têm merecido especial atenção dos cientistas desde que têm sido desenvolvidos os satélites: Meteorologia; Comunicações Globais; Observação dos Recursos Ambientais por Sensoriamento Remoto; Geodésia (área da geofísica que lida com a forma, tamanho e curvatura da Terra); e Aplicações Científicas.

2.2 - SATÉLITES CIENTÍFICOS

A observação do ambiente do espaço foi uma das primeiras áreas de investigação dos satélites. Nesse ambiente espacial estão os raios cósmicos solares, poeira solar, campos magnéticos, e várias outras radiações do sol e das galáxias.

Muitos satélites são usados para múltiplos propósitos, combinando exploração espacial, ciência e outras aplicações. Os satélites científicos são usados para aumentar o conhecimento científico sobre a Terra ou sobre outros planetas, sendo freqüentemente chamados de satélites de pesquisa ou, também, de investigação, em aplicações que realizam observações astronômicas do ponto de vista externo à Terra e experimentos geralmente inviáveis em laboratórios a partir do solo.

Com os satélites científicos tornou-se possível estudar fenômenos da baixa atmosfera e ionosfera, os quais não poderiam ser resolvidos por observações feitas do solo.

Os satélites têm grande aplicabilidade também na Astronomia, tornando possível observar o sol, as estrelas e outros objetos celestes sem o problema de distorção de sinais causado pelas turbulências e refrações da baixa atmosfera.

2.2.1 - Pesquisas Realizadas na Atmosfera Terrestre

O homem tem realizado as mais variadas pesquisas nas camadas atmosféricas terrestres, conforme apresentado na descrição das camadas, a seguir:

- *Troposfera* - É a camada atmosférica mais próxima da Terra, cuja espessura aumenta do pólo (~5 km) para o equador (18 km) onde ocorrem os principais fenômenos meteorológicos: chuvas, tempestades, geada, granizo, neve etc. Na troposfera são realizadas medidas do perfil de ozônio e de radônio (gás radioativo) usando-se balões-sonda e pequenos aviões.
- *Estratosfera* - Tem a espessura de aproximadamente 40 km. Há ausência quase completa de nuvens e de vapor d'água. Nas suas regiões mais elevadas encontra-se a ozonoesfera, responsável pelo controle da quantidade de radiação ultravioleta (U.V.), de origem solar, que atinge a Terra. Nesta camada, a temperatura é praticamente constante. São feitas medições de Raios-X, Raios- γ e precipitação de partículas carregadas na atmosfera da Anomalia Magnética do Atlântico Sul com balões-sonda.
- *Mesosfera* - Como o próprio nome indica, representa essencialmente o limite entre a atmosfera da Terra e o espaço, a uma altitude de aproximadamente 50-100km. Nesta região, os efeitos dos sistemas meteorológicos das altitudes mais baixas e dos processos solares e magnetosféricos das altitudes mais altas combinam-se para produzir um rico conjunto de variações dinâmicas². Nesta camada são feitos estudos da camada de sódio com radares laser.
- *Termosfera* - A termosfera inferior compreende a faixa de altitude de aproximadamente 100-180km e a termosfera superior, a faixa de altitude de

aproximadamente 180-1000km. Fazem-se estudos de íons NO^+ e O_2^+ com detetores em foguetes.

- *Ionosfera* - Conjunto das regiões da termosfera inferior (de aproximadamente 70 até 180km), onde o ar é fortemente ionizado e, por conseguinte, condutor de eletricidade. A radiação ultra violeta perturba o equilíbrio iônico destas regiões, produzindo alterações nas transmissões pelas ondas de rádio. Estuda-se a composição, dinâmica e fotoquímica usando-se ionossondas, fotômetros, riômetros e polarímetros.
- *Magnetosfera* - Parte externa do domínio da atmosfera terrestre, na qual o campo magnético da Terra se encontra confinado e exerce ação preponderante. Os estudos dos campos magnéticos da Terra são realizados com detetores e magnetômetros a bordo de satélites.

2.2.2 - Processo de Telemetria e Telecomandos

Telemetria é, como o nome designa, um processo extremamente automatizado pelo qual medições são realizadas em pontos remotos ou inacessíveis e transmitidos para um equipamento receptor que monitora, apresenta e armazena os dados coletados. Originalmente, usavam-se cabos para a conexão entre o transmissor e o receptor. A telemetria moderna usa comumente a transmissão por ondas de rádio. Mas, basicamente, o processo é o mesmo em ambos os casos.

A telemetria aeroespacial data dos anos 30s, com o desenvolvimento de balões com radiossondas, um dispositivo que automaticamente mede dados meteorológicos como temperatura, pressão e umidade, enviando por ondas de rádio as informações para uma estação em solo.

Já, a telemetria para foguetes e satélites foi inaugurada com o satélite soviético *Sputnik*, lançado em 1957. Desde então, os sistemas não param de crescer em tamanho e em complexidade.

O sistema de telemetria consiste de um dispositivo de entrada chamado transdutor; um meio de transmissão (usualmente ondas de rádio); equipamento para recepção e

² Muitos cientistas acreditam que a mesosfera será a primeira região atmosférica a demonstrar mudanças térmicas devido às mudanças globais induzidas pelo homem.

processamento do sinal; e equipamento para armazenamento e apresentação dos dados coletados.

O funcionamento é basicamente o seguinte: O transdutor converte os estímulos físicos que serão medidos, como temperatura, vibração, ou pressão, em um sinal elétrico e, daí, opera como se fosse realmente um instrumento de medição. Os recursos de telemetria para *links* de comunicação são basicamente cabos e ondas de rádio³. A transmissão ocorre por um processo chamado de modulação, usado para imprimir a informação na frequência da transportadora. No extremo final da cadeia de telemetria, duas tarefas precisam ser executadas: a medida original dos dados precisa ser extraída do sinal recebido para, posteriormente, ser apresentado em uma forma inteligível; e os dados precisam ser apresentados como no instante da aquisição.

O processo de telecomandos baseia-se no mesmo princípio da telemetria, sendo que ocorre uma transmissão à distância de um sinal portador de uma ordem ou comando, no sentido inverso.

2.3 - Satélites Pequenos

Primeiramente, faz-se necessário definir o que se entende por um satélite pequeno. Genericamente, são tidos como satélites “mais rápidos, melhores, menores e mais baratos”. De fato, comparando-se com a indústria espacial convencional, o desenvolvimento de pequenos satélites é bem mais rápido, frequentemente variando de 6 a 36 meses. Soluções tecnológicas inovadoras têm permitido a construção de sistemas projetados para volumes menores, a um baixo custo relativo.

Estes pequenos e baratos satélites eram usados exclusivamente no domínio de grupos científicos e de amadores. Atualmente, em consequência dos grandes avanços obtidos na área de microeletrônica, em particular em microprocessadores, os satélites menores passaram a ser uma alternativa viável para os mais diversos domínios de aplicação espacial. Assim, o interesse em pequenos satélites está crescendo rapidamente em todo o mundo. Organizações comerciais, universidades e outras instituições estão

³ Outros meios alternativos, como raios de luz ou sinais ultrasônicos, têm sido investigados, porém, fatores ambientais como obstruções atmosféricas e máscaras locais de ruídos tornaram-nos impraticáveis, exceto para algumas aplicações especializadas.

dando início a seus próprios programas de pequenos satélites, caso este em que se inclui o INPE, no Brasil.

Não podemos deixar de enfatizar que o alto custo para se colocar um satélite em órbita é, indubitavelmente, o maior obstáculo para muitos satélites pequenos. Tipicamente, os menores são lançados como passageiros secundários, “pegando carona” em lançadores de grande porte e com carga útil maior.

Nos anos recentes, os satélites pequenos vem-se tornando mais populares e necessários. Em paralelo, um considerável número de lançadores para estes satélites tem sido desenvolvido, em particular para os classificados como minisatélites (100-500kg) ou satélites médios (500-1000kg). No caso dos microsátélites (10-100kg), torna-se mais econômico lançá-los nos lançadores de grande porte, onde para se obter uma capacidade sobressalente não incorre em custos adicionais significantes.

2.3.1 - Classificação

Em vários aspectos, o critério moderno para a classificação de pequenos satélites, não se baseia apenas em seu tamanho ou peso. Aqueles parâmetros de menor tempo para o desenvolvimento, baixo custo, e aplicabilidade específica são fundamentais.

Muitos termos são usados para descrever esta classe de satélites, dos quais podemos citar: *SmallSats* (Satélites Pequenos), *CheapSats* (Satélites Baratos), *MicroSats* (Microsatélites), *MiniSats* (Minisatélites), *NanoSats* (Nanosatélites) e, também, *PicoSats* (Picosatélites). Outras referências são: *LightSats* (Satélites Leves), *SPINSats* - *Single Purpose Inexpensive Satellite Systems* (Sistemas de Satélites de Propósito Simples e Baratos) e *TACSats* (Satélites Táticos). No entanto, nos últimos anos, um método genérico de classificação de satélites em termos de massa tem sido adotado como regra geral:

- Satélites grandes: > 1000kg
- Satélites de tamanho médio: 500kg-1000kg
- Minisatélites: 100-500kg
- Microsatélites: 10-100kg
- Nanosatélites: 1-10kg

- Picosatélites: < 1kg

2.3.2 - Anatomia

Um microsatélite típico pesa 50kg, tem dimensões aproximadas de 0.6m x 0.4m x 0.3m, e gera 30W de potência. De acordo com a Tab. 3-1, podemos verificar que o SACI-1 enquadra-se perfeitamente nesta classificação. Sua massa total é de 60 kg, com dimensões de 0,65m x 0,4m x 0,4m e pode gerar até 50W de potência para os experimentos.

Normalmente, os microsatélites podem preencher muitas das funções disponíveis nos satélites maiores, inclusive, complementando os seus serviços proporcionados em soluções para sistemas especialistas de comunicações, sensoriamento remoto, missões científicas, tecnológicas e militares.

2.3.3 - Lançamentos

Os lançamentos dos primeiros microsatélites ocorreram em 1957, os quais, até 1981 eram considerados como microsatélites tradicionais. A partir dos anos 1980s, começaram a surgir os microsatélites modernos⁴, tendo sido lançados naquela década vários deles.

O Instituto de Atividades Espaciais do Centro Técnico Aeroespacial (IAE/CTA), concluiu no final de 1997 o desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites (VLS), um foguete para fins civis de colocação em órbita de satélites artificiais. O VLS, ilustrado na Fig. 2-1, é parte integrante da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que visa dotar o país de competência na área espacial, tornando-o líder na América Latina nesta área tecnológica. Os dois segmentos mais importantes deste programa são o desenvolvimento de foguetes transportadores, pelo IAE/CTA, e a produção dos satélites, pelo INPE. O VLS colocará em órbita o Satélite de Coleta de Dados SCD-2A, desenvolvido pelo INPE, em continuação ao programa de lançamentos da família dos SCDs.

⁴ Os microsatélites modernos passaram a ser assim chamados quando começaram a carregar microprocessadores a bordo.

Figura 2-1 - VLS



2.4 - ÓRBITAS

A força da gravidade é que mantém um satélite em órbita. No caso da Terra, a força de atração gravitacional exercida por ela sobre os outros corpos celestes (incluindo os satélites artificiais) diminui com o quadrado da distância do planeta.

A órbita dos satélites científicos depende dos requisitos de investigação ou uso, e, também, da natureza do ambiente local, o qual pode afetar adversamente o propósito ou a vida útil do satélite. As órbitas podem ter diferentes inclinações, formas e altitudes (variando de algumas centenas de quilômetros a milhares deles), podendo ser elípticas ou circulares. Existem satélites de órbita polar, equatorial e geoestacionários, conforme ilustra a Fig. 2-2.

Um satélite a uma altitude de 35.840 km sobre a Terra gira em um período de 24 horas, o mesmo da rotação do planeta. Se a órbita for sobre a linha do Equador, o satélite fica geoestacionário, ou seja, perpendicular sobre o mesmo ponto da superfície do planeta.

A órbita do SACI-1 é polar, com uma pequena inclinação, girando em torno da terra, de pólo a pólo, no sentido anti-horário (“descascando laranja”) a uma altitude de aproximadamente 750 km.

Figura 2-2 - Órbitas dos Satélites Artificiais

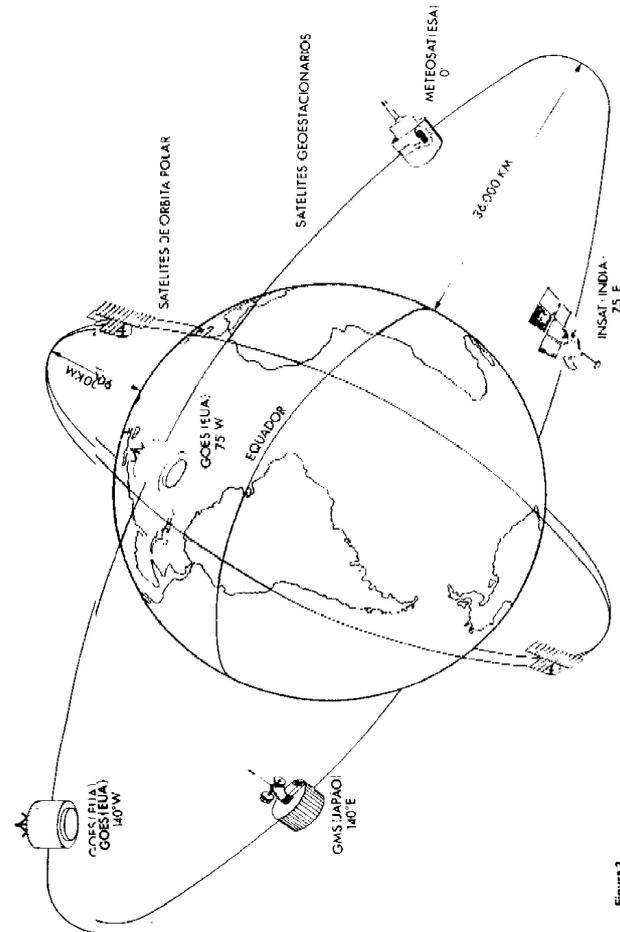


Figura 2

O cálculo de previsão de órbita do SACI-1 é realizado por um sistema baseado no efeito Doppler causado pela compressão ou expansão das ondas eletromagnéticas devido a velocidade relativa do satélite. Assim, considerando uma frequência de transmissão estável, a variação medida na frequência recebida pode reconstituir a trajetória, ou seja, uma vez conhecidos os parâmetros orbitais, pode-se fazer as previsões de passagens do satélite.

Capítulo 3 - A Missão SACI-1

3.1 - O MICROSATÉLITE SACI-1

A era espacial começou no final dos anos 50s com o lançamento do *Sputnik 1*, em 1957, pela União Soviética, e o Explorer, em 1958 pelos Estados Unidos. Por esta época, todos os programas espaciais eram pequenos. Durante os anos seguintes, séries de pequenos satélites de pesquisa expandiram o conhecimento do espaço a distâncias cada vez maiores da Terra. A última década representou um grande impulso para os programas de microsatélites. Daí, acompanhando esta tendência, surgiu o primeiro microsatélite científico brasileiro.

3.1.1 - Descrição

A missão SACI-1 é exclusivamente científica, com base em experimentos selecionados pela Academia Brasileira de Ciências. A duração esperada da missão é de um ano e meio e a sua meta principal é realizar observações sistemáticas da alta atmosfera, onde o ar é ionizado e as radiações ultravioletas causam distúrbios no equilíbrio iônico afetando, às vezes, as transmissões de ondas de rádio.

O SACI-1 é um satélite de altitude baixa (750 km) e órbita circular polar com inclinação de 98 graus relativa ao plano equatorial da Terra. Será lançado na mesma ogiva do *China-Brazil Earth Resource Satellite (CBERS)* pelo lançador chinês Longa Marcha IV, no início de 1998. Este satélite está sendo totalmente projetado, construído e testado no Brasil, pela experiência adquirida através de projetos desenvolvidos pelo Programa Espacial Brasileiro, representando um importante estímulo para esta área. O projeto é totalmente financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.

Em sua primeira missão, quatro experimentos denominados ORCAS, PLASMEX, MAGNEX e PHOTO constituirão a carga útil do SACI-1. Estes experimentos serão apresentados com mais detalhes posteriormente.

3.1.2 - Arquitetura

As características técnicas do microsatélite SACI-1, como limitação da massa total, potência, volume, taxas de transmissão, memória e outros fatores limitantes estão descritas na Tab. 3-1.

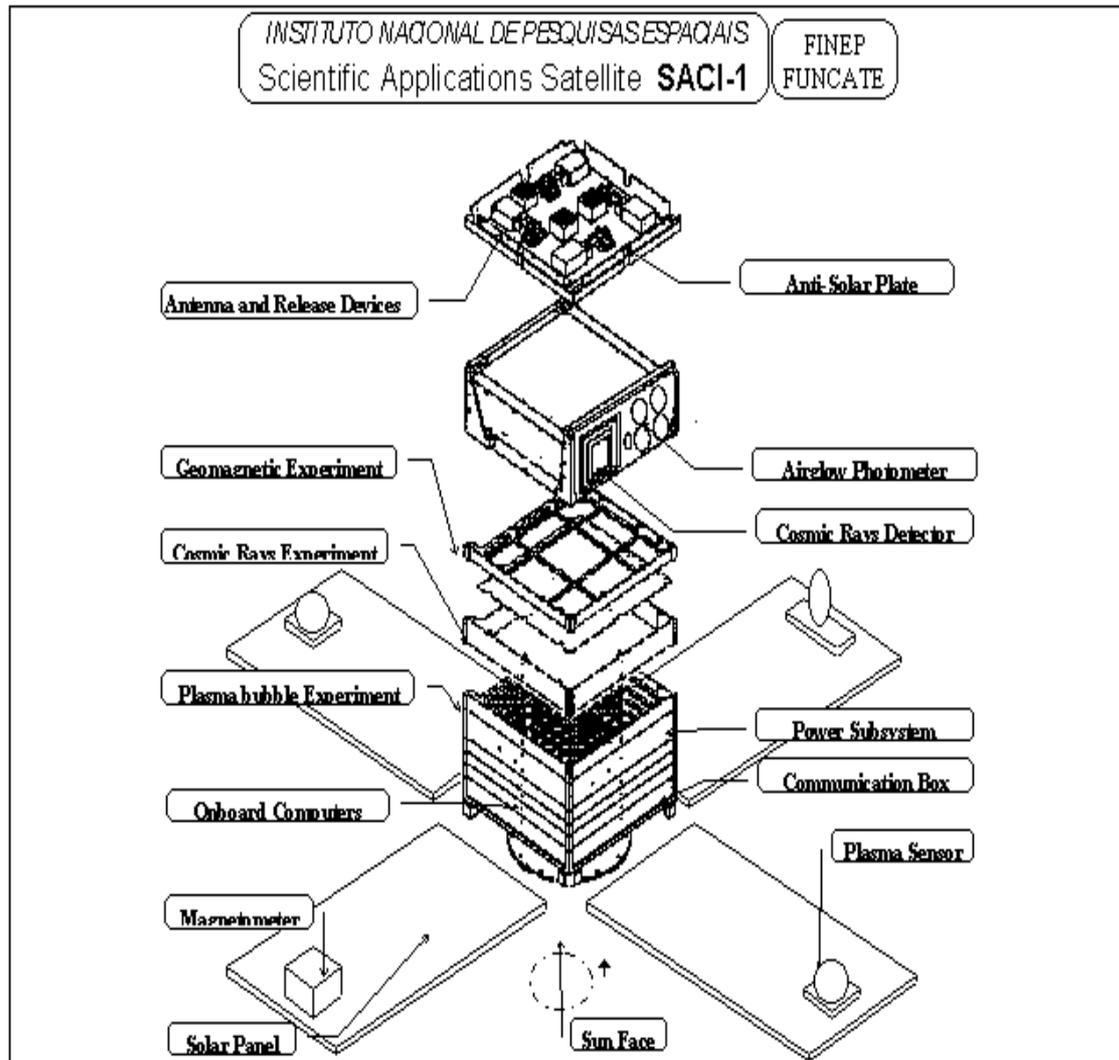
Tabela 3-1 - Características Técnicas do SACI-1

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Gerais	
⇒ Dimensões	650x400x400 mm
⇒ Massa total	60Kg
⇒ Massa dos experimentos	< 30 Kg
⇒ Potência disponível aos experimentos	< 50 W
⇒ Volume disponível para Carga Útil	300x300x115 mm
⇒ Estabilização	por rotação
Órbita	
⇒ Semi-eixo maior	7148 ± 40 Km
⇒ Excentricidade	0,001± 0,003
⇒ Inclinação	98,5° ± 0,1
⇒ Argumento de perigeu	90° ± 1°
Comunicações	
⇒ Frequência de recepção	ajustável entre 2025-2120 MHz
⇒ Frequência de transmissão	ajustável entre 2200-2300 MHz
⇒ Estabilidade da frequência de recepção	KHz, de -40 a 60°C
⇒ Estabilidade da transmissão	5ppm, de -20 a 60°C
⇒ Taxa de recepção de dados	19,2 Kbps
⇒ Taxa de transmissão de dados	500 Kbps
⇒ Potência de saída do transmissor	2.0 W RF por transmissor
⇒ Irradiação das antenas	quase omni-direcional
⇒ Memória total a bordo	48 Mb
⇒ Memória para dados de experimentos	25 Mb
⇒ Tempo de contato com estação da terra	14 min
⇒ Número de órbitas com contato por dia	6
⇒ Máximo número de órbitas sem contato	6
⇒ Tempo médio de contato por estação	7 min
⇒ Diâmetro previsto das antenas de solo	3,6 m

A estrutura do SACI-1 é apresentada na Figura 3-1 e segue a tendência dos satélites pequenos, que adotam a modularidade. De acordo com esta abordagem, os

subsistemas são projetados como módulos independentes, compactos, altamente confiáveis e a um baixo custo de produção [20].

Figura 3-1 - Estrutura do Microsatélite SACI-1



A estrutura inclui o corpo principal (plataforma e carga útil), um adaptador, quatro painéis solares e mecanismos de engate e desengate. A carga útil fica acoplada sobre a plataforma, que consiste de um pacote com 9 caixas de alumínio de diferentes espessuras.

A análise estrutural foi totalmente conduzida no INPE usando-se modelos para análise estática, modo normal, resposta de frequência, resposta transiente e vibração randômica.

No diagrama da Fig. 3-1, podemos verificar a presença dos painéis solares de face para o sol (1); o sensor do magnetômetro (2); o sensor do plasma (3); o painel solar (4);

o box de comunicação (5); o computador de bordo (6); a caixa de bateria e potência (7); o experimento das bolhas do plasma (8); o detetor de raios cósmicos (9); o experimento dos raios cósmicos (10); o fotômetro de aeroluminescência (11); eletrônica do experimento geomagnético (12); antenas e dispositivos de liberação dos painéis (13); e o prato anti-solar (14).

3.1.3 - Orbitografia e Controle de Atitude

O comportamento do satélite em sua órbita polar varia de acordo com as seguintes coordenadas: altitude, latitude, longitude e atitude. O satélite sempre precisa estar em posição de máxima captação de energia solar pelos painéis solares. À medida que o tempo passa, as coordenadas podem indicar um mal posicionamento das placas em relação ao sol, momento este em que uma bobina do satélite deve iniciar o seu funcionamento para corrigir a posição, voltando ao estado inicial, ideal.

Os dados adquiridos pelos sensores dos experimentos podem sofrer variações em função da posição do satélite em relação ao sol. Assim, faz-se necessário apresentar aos investigadores não apenas os dados dos sensores e onde estava o satélite no instante da aquisição, como também, sua atitude (para baixo, para cima etc). Este controle de atitude deve ser averiguado em termos de grau de desvio do sol e, em relação à terra também.

Existe um algoritmo elaborado pela NASA e disponível no software do Comando de Defesa Aeroespacial Norte-americano (*North American Aerospace Defense Command* - NORAD) que é um propagador de órbita, o qual está incorporado ao SAT-5 de forma a viabilizar a combinação destas informações com os dados dos experimentos. Por sua vez, a geração dos pontos de órbita do SACI-1 é realizada por um outro algoritmo elaborado pela DEM/INPE, que tem como entrada os elementos orbitais (*two-line elements*) do NORAD e produz uma saída com os pontos da órbita em um intervalo específico.

A estrutura do *two-line-elements* está descrita na Tab. 3-2.

Tabela 3-2 - Formato NORAD: Two-line Elements

LINHA/COLUNA	DESCRIÇÃO
Linha 1	
01-01	Número da linha dos dados do elemento
03-07	Número do satélite
10-11	Designador Internacional (últimos dois dígitos do ano de lançamento)
12-14	Designador Internacional (número do lançamento no ano)
15-17	Designador Internacional (parte do lançamento)
19-20	Ano Época (últimos dois dígitos do ano)
21-32	Época (Dia Juliano e porção fracional do dia)
34-43	Primeira derivada de tempo do movimento médio ou Coeficiente balístico (dependendo do tipo de efeméride)
45-52	Segunda derivada de tempo do movimento médio (assume-se ponto decimal; branco se N/A)
54-61	Termo de arrasto BSTAR se a teoria geral de perturbação GP4 foi usada. Caso contrário, coeficiente de pressão de radiação. (assume-se ponto decimal)
63-63	Tipo de efeméride.
65-68	Número do elemento
69-69	Check Sum em módulo 10. (Letras, brancos, pontos, sinal de mais = 0; sinal de menos = 1)
Linha 2	
01-01	Número da linha dos dados do elemento.
03-07	Número do satélite.
09-16	Grau de inclinação.
18-25	Grau de ascensão direita do nó de ascensão.
27-33	Excentricidade (assume-se ponto decimal).
35-42	Grau do argumento de perigeu.
44-51	Grau da anomalia média.
53-63	Movimento médio [Revs por dia]
64-68	Número da revolução na época [Revs]
69-69	Check Sum em módulo 10.

Por exemplo, temos o seguinte registro dos parâmetros orbitais do satélite de coleta de dados, SCD1:

```
1 22490U 93 9 B 97279.26388889 0.00000000 .00000 0 22804-4 0
2 22490 24.9734 225.5696 0045302 164.2749 23.9249 14.40672123
```

- Época = 06/10/1997 06:20:00 GMT

- Eixo semimaior = 7138942.63 m
- Excentricidade = 0.00453
- Inclinação = 24.973 deg
- Longitude do nó de ascensão = 225.570 deg
- Argumento de Perigeu = 164.275 deg
- Anomalia Média = 23.925 deg
- Coeficiente balístico = 0.228E-04
- Movimento Médio = 14.407 Rev/day
- Altura de Perigeu = 728.467 [km]
- Altura de Apogeu = 793.148 [km]
- Período = 100.048 [min]

Os parâmetros de atitude do SCD-1 são os seguintes:

- Época : 1997-Oct-06 08:01:00 GMT
- Ascensão direita = 125.70 (deg)
- Declinação = -12.03 (deg)
- Giro = 50.27 (rpm)
- Sol/Ângulo de giro no eixo = 65.84 (deg)
- Polaridade da bobina = 0 (-)

3.2 - Os Experimentos de Carga Útil a Bordo do SACI-1

Os experimentos de carga útil do SACI-1, a saber: PLASMEX, MAGNEX, ORCAS e PHOTO estão descritos a seguir, levando-se em consideração as suas características básicas, como objetivo, instituições envolvidas e informações adquiridas por telemetria.

3.2.1 - PLASMEX - Experimento das Bolhas do Plasma

O plasma é um gás de partícula ionizada e neutro cujo nome, de origem grega, significa ‘formação’ e foi usado pela primeira vez pelo físico norte-americano Langmuir para designar o estado gasoso ionizado. Tal estado se encontra nas chamas, no relâmpago, nos tubos luminosos e descarga elétrica, na ionosfera [17].

O principal objetivo do PLASMEX é investigar o fenômeno das bolhas do plasma na ionosfera (depleções ionosféricas), mais especificamente, a sua geração, desenvolvimento e degradação, particularmente na região brasileira. As bolhas do plasma são regiões de depleções alinhadas do tubo magnético localizadas sobre o equador magnético e que se estende sobre as linhas do campo geomagnético em ambos os hemisférios. Elas se desenvolvem na ionosfera equatorial noturna com sua frequência de ocorrência dependente da estação do ano e da longitude do setor de observação. Sua maior intensidade ocorre em torno das 22:00h (horário local) [23].

A investigação intenciona elucidar a forte influência das bolhas e associadas turbulências no plasma em vários sistemas de aplicação espacial (sensoriamento remoto da geodésia espacial com radares, telecomunicações transionosféricas etc.)

As informações a serem medidas são a densidade, temperatura e distribuição espectral das irregularidades do plasma. Os instrumentos utilizados para as medições são respectivamente: *High Frequency Capacitance Probe - HFC*, *Electron Temperature Probe - ETP* e *Fixed Bias Langmuir Probe - LP*.

O projeto envolve a participação da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), na coordenação do experimento.

3.2.2 - ORCAS - Observação de Raios Cósmicos e Anômalos Solares na Magnetosfera

Os raios cósmicos são partículas com deslocamento extremamente rápido entrando continuamente na parte superior da atmosfera, vinda do espaço, e que possuem grandes energias devido a enormes velocidades, sendo potencialmente perigosas aos seres humanos expostos a elas por um período longo [17].

O experimento ORCAS intenciona monitorar os fluxos e o espectro dos elétrons, prótons e populações de íons de He e Fe de energia abaixo de 100 MeV/nuc, na magnetosfera [7].

O principal objetivo do experimento é medir os fluxos de Raios Cósmicos Anômalos (*Anomalous Cosmic Rays* - ACR). A bordo do SACI-1, este experimento consiste de dois telescópios: O Sistema de Monitoramento de Alphas e Ions (MAIN) e o Telescópio Contador de Prótons e Elétrons (PRE). Os telescópios usarão detectores de estado sólido para identificar o tempo e a direção da partida das partículas.

3.2.3 - PHOTO - Fotômetro de Aeroluminescência

A luminescência atmosférica é uma luminosidade noturna do céu causada pelo desprendimento de energia da atmosfera superior absorvida do sol durante o dia [17]. Como as auroras, a luminescência atmosférica deriva de interações da Magnetosfera da Terra com os ventos solares. Os cientistas têm particular interesse por este fenômeno por causa das reações químicas exóticas que ocorrem na atmosfera superior, incluindo reações dos átomos e moléculas excitados de oxigênio e nitrogênio que não podem ser observados em laboratórios com base na terra. Tais estudos são importantes para o entendimento dos processos que afetam a camada atmosférica de ozônio, que protege a superfície terrestre de excessivas radiações ultravioletas, além de um maior aprendizado sobre os meios em que as mudanças de radiações solares afetam o clima.

O *Airglow Photometer* (PHOTO) é um experimento que tem o objetivo de observar a distribuição global da emissão de luminescência atmosférica terrestre nas faixas de OI 557.7nm, OI 630.0nm e OH (8,3). O sistema do fotômetro é composto por quatro sensores para medir quatro regiões de comprimento de onda distintos, isto é, 557.7nm, 630.0nm, 715.0nm e 724nm. O fotômetro será instalado com o seu eixo ótico normal ao eixo de giro do satélite o que permitirá a varredura do espaço.

O PHOTO é um projeto cooperativo que envolve instituições do Brasil e do Canadá: *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)*; *Center for Research in Earth and Space Science (CRESS) / York University*; *Institute for Space and Terrestrial Science (ISTS)*

3.2.4 - MAGNEX - Experimentos Geomagnéticos

Os campos geomagnéticos controlam o movimento de partículas carregadas no ambiente espacial da terra e protege a terra da incidência direta dos ventos solares.

O SACI-1, sendo um satélite de órbita polar de baixa altitude, equipado com um magnetômetro triaxial e instrumentos para detecção de portadora de carga contribuirá na compreensão de eletrojetos equatoriais e fenômenos associados nas camadas da ionosfera e magnetosfera [2]. Este experimento viabilizará o estudo de correntes alinhadas de campos transequatoriais e eletrodinâmica no ambiente próximo ao plasma da terra.

Assim, a pesquisa espacial se dará com medições nos campos geomagnéticos da superfície terrestre e nas proximidades do ambiente do plasma terrestre. Nos últimos 25 anos, inúmeras pesquisas com magnetômetros a bordo de satélites foram realizadas na região da aurora. Pretende-se com este experimento iniciar as pesquisas na Região de Anomalia Magnética do Atlântico Sul.

O experimento é coordenado por cientistas do INPE e da Universidade de Tokio, no Japão.

Capítulo 4 - SAT-5: O Sistema para os Experimentos

4.1 - DESCRIÇÃO GERAL

Os sistemas solo da Missão SACI-1 têm basicamente dois enfoques, o controle da missão, que engloba todos os aspectos de transmissão e recepção entre o satélite e a estação solo, e o sistema de informações para os experimentos de carga útil a bordo do SACI-1. Este último é pertinente ao Sistema com Abordagem Temporal de Aquisição de Telemetria, Ativação de Telecomandos e Armazenamento Textual sobre a Atmosfera Terrestre - SAT-5.

A tela inicial do sistema SAT-5 é apresentada na Fig. 4-1, onde temos uma janela composta por uma barra de menu; botões de minimizar, maximizar e cancelar; e duas fotografias tiradas em Toulouse, na França, com a montagem da antena para testes e o sistema simulador do satélite. Através das fotografias, pelo recurso de Hot Spot, que são áreas ativas personalizadas, pode-se navegar através de alguns módulos do sistema, quando a forma do cursor do mouse é alterada para um ponteiro de mão apontando, ao ser posicionado sobre as áreas ativas.

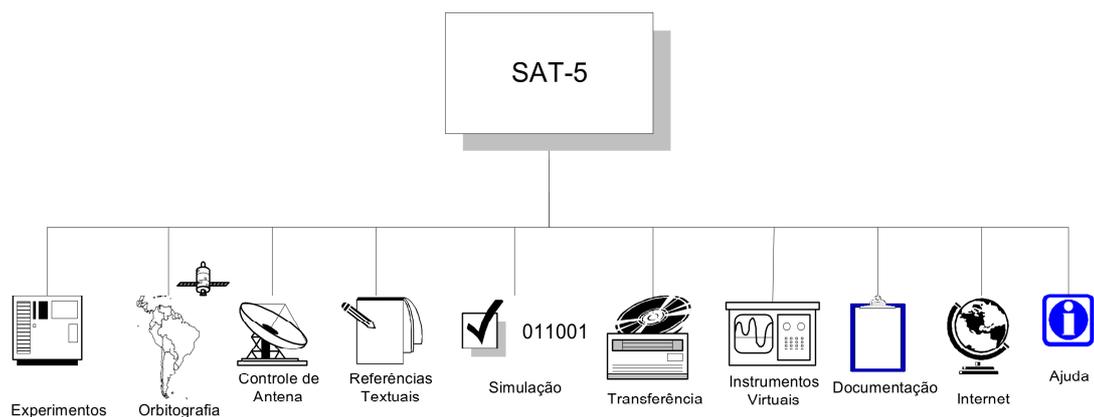
Figura 4-1 - Tela Inicial do SAT-5



4.2 - MÓDULOS FUNCIONAIS

A organização no primeiro nível do SAT-5 segue a estrutura apresentada na Fig. 4-2. Existem basicamente dez módulos, a saber: Experimentos, Orbitografia, Dados de Posicionamento da Antena, Referências Textuais, Simulação, Transferência de Mídia, Instrumentos Virtuais, Documentação, Internet e Ajuda.

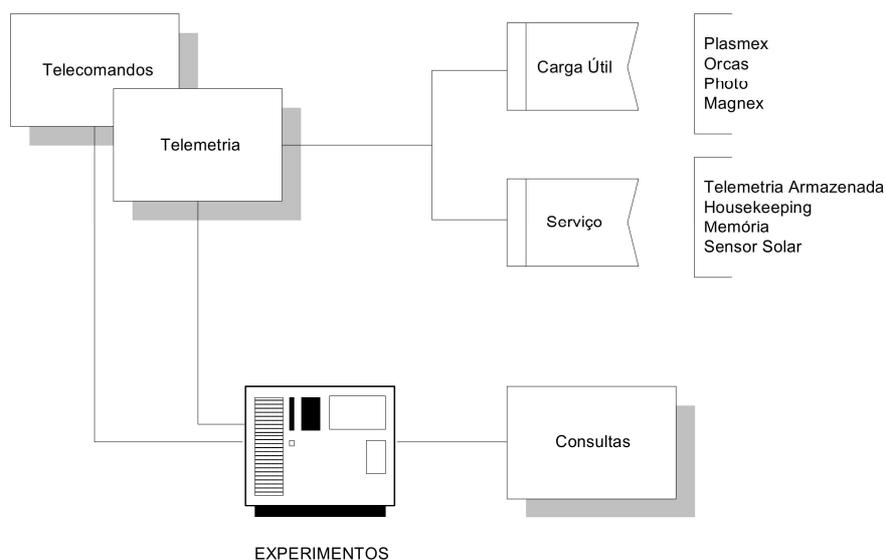
Figura 4-2 - Módulos Funcionais do SAT-5



4.2.1 - Módulo de Experimentos

No módulo de Experimentos (Fig. 4-3), temos a telemetria de carga útil (relativa aos experimentos), telemetria de serviço (armazenada, housekeeping, de memória e sensor solar), os telecomandos e as consultas sobre o banco de dados.

Figura 4-3 - Módulo de Experimentos do SAT-5



A telemetria armazenada refere-se aos dados de serviço durante o período em que o satélite não está em contato com a estação solo. A telemetria *housekeeping*, por sua

vez, refere-se aos dados do período exato em que a estação solo está contactando o satélite, ou seja, mesmo durante o período de contato, todos os serviços e experimentos continuam adquirindo dados do plasma, repassando-os instantaneamente para o sistema em solo.

A Fig. 4-4 apresenta a tela de descrição dos experimentos do SACI-1, onde podemos observar as guias para os quatro experimentos e os botões comuns, na parte inferior, correspondentes às funções deste módulo, ilustrados anteriormente (Fig. 4-3). A tela apresenta, também, a última órbita cujos dados foram armazenados no banco de dados, informando a altitude, longitude, latitude e temperatura do microsatélite.

Os dados adicionais e específicos a cada experimento podem ser obtidos através da telemetria geral, via botão [Telemetria] ou através de buscas no banco de dados, via botão [Consultas]. O botão [Telecomandos] é reservado apenas para apresentar os telecomandos predefinidos para cada experimento. O botão [E-mail] é usado para enviar mensagens para os coordenadores dos experimentos, diretamente do sistema.

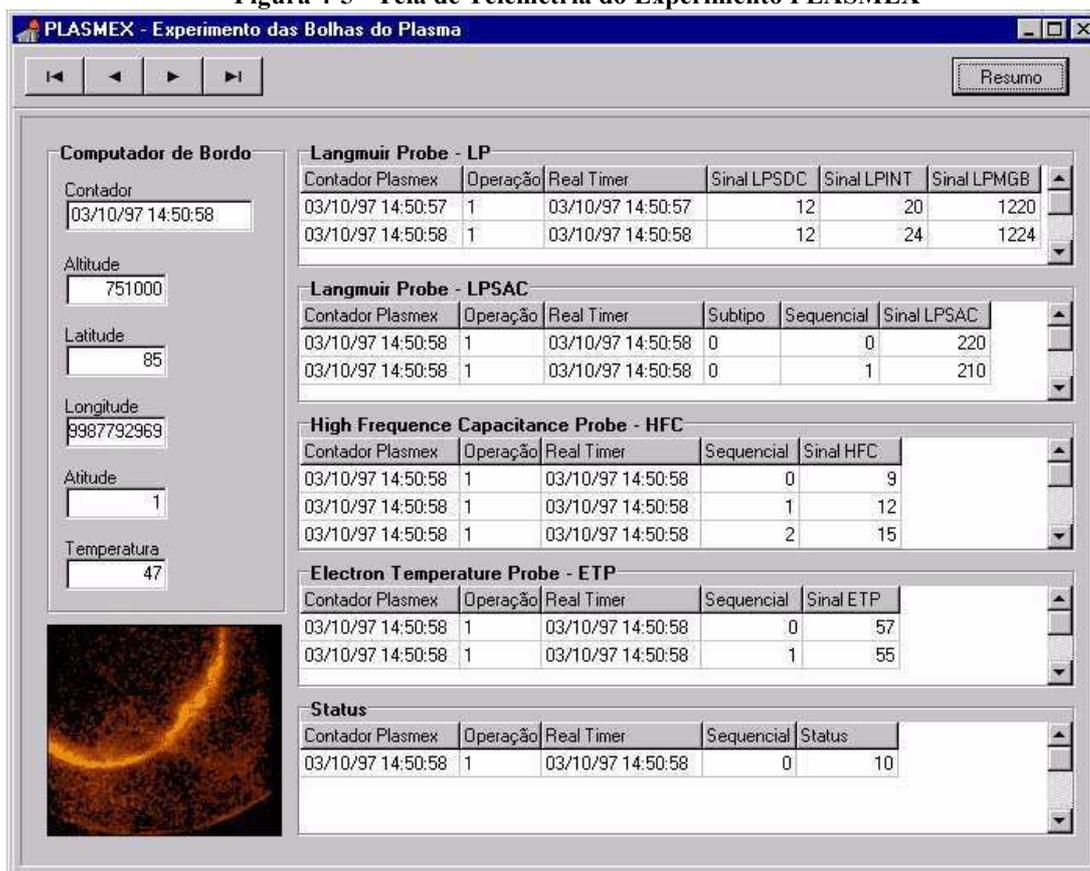
Figura 4-4 - Tela de Descrição dos Experimentos do SACI-1

Última Órbita do SACI-1:	Altitude	Longitude	Latitude	Temperatura
03/10/97 14:50:58	751000	7792969	85	47

A Fig. 4-5 apresenta a tela de telemetria de um dos experimentos, no caso, o do PLASMEX, onde temos o botão de navegação pelos registros armazenados; o botão [Resumo], viabilizando um comentário textual direto sobre determinada telemetria;

informações sobre o computador de bordo (OBC) e informações sobre os dados adquiridos pelos sensores do experimento, agrupados de acordo com o modelo do banco de dados e em conformidade com os dados dos pacotes de telemetria definidos no Capítulo 6, baseados no documento técnico intitulado *Telecommand and Telemetry Format for Saci-1 Satellite Payload* [9].

Figura 4-5 - Tela de Telemetria do Experimento PLASMEX



4.2.2 - Módulo de Orbitografia

A Orbitografia realiza o controle de órbita e de atitude do satélite, conforme os seguintes parâmetros básicos, presentes no two-line-elements do NORAD (vide Tabela 3-2): época, eixo semimaior, excentricidade, inclinação, longitude do nó de ascensão, argumento de perigeu, anomalia média, coeficiente balístico, movimento médio, altura de perigeu, altura de apogeu, período, ascensão direita, declinação, giro, ângulo de giro no eixo em relação ao sol e polaridade da bobina.

A Fig. 4-6 apresenta a tela com as efemérides para o SACI-1 com base no registro NORAD two-line-elements. A obtenção destes dados é realizada através da Home Page

do DMC/INPE, em São José dos Campos - SP. Uma vez conectado àquela página Web, faz-se um *download* dos dados relativos às efemérides, verificando-se o status de atualização e gerando-se o histórico dos registros armazenados.

Figura 4-6 - Efemérides do SACI-1

The screenshot shows a web browser window titled "Efemérides - NORAD (Two-line Elements)". The address bar displays the URL "file:///C:/Romualdo/HomePage/norad.html". Below the address bar, two lines of NORAD data are shown:

```
1 22490U 93 9 B 97283.264978889 0.123000000 .44400 0 11504-4 0
2 22490 35.5534 721.5696 0905102 185.4457 12.0033 21777341
```

The main content area is divided into two columns, "LINHA 1" and "LINHA 2", each containing several input fields for orbital parameters:

- LINHA 1:** Ano Época (97), Época (283.26497888), Derivada de Tempo (1) (0.1230000), Derivada de Tempo (2) (0.44400), Termo de Arrasto (0 11504), Tipo de Efeméride (4), Número do Elemento (0).
- LINHA 2:** Grau de Inclinação (35.5534), Grau de Ascensão (721.5696), Excentricidade (0905102), Argumento de Perigeu (185.4457), Anomalia Média (12.0033), Movimento Médio (21777341), Número da Revolução.

At the bottom, there is a date selection section with fields for "Ano" (1997), "Mês" (Dezembro), and "Efemérides de" (18/12/97 17:35:47). To the right of these fields is a calendar grid for the month of December 1997, showing the days of the week (Dom to Sáb) and the dates from 1 to 31, with the 22nd highlighted. A status bar at the bottom indicates "Efemérides inalteradas na Página Web".

A tela tem uma estrutura de três painéis, a saber:

- *Painel de Conexão com a Página Web:* Possui o botão navegador; a informação do endereço *Uniform Resource Locators* (URL) da referida página no DMC/INPE; os botões de conexão e de parar; e a área de apresentação da página, em formato HTML.
- *Painel do Registro two-line-elements:* Apresenta as duas linhas do registro NORAD com as informações orbitais e de atitude do microsatélite extraídas das informações armazenadas em formato HTML apresentadas no painel anterior.
- *Painel de Calendário:* Apresenta o calendário do mês corrente e a data do último registro de efemérides obtido pelo sistema.

Além destes três painéis, temos o menu com as opções File (usado apenas para sair do módulo) e View (usado para apresentar em uma outra janela a fonte do documento HTML); além da barra de status, utilizada para mostrar mensagens durante a operação de conexão com a página Web e o resultado final, após validação dos dados obtidos.

O mapeamento do formato NORAD para a tabela do banco de dados do SAT-5 é realizado exatamente conforme descrito anteriormente na Tab. 3-2.

4.2.3 - Módulo de Dados de Posicionamento da Antena

O Controle de Antena é realizado por um software específico que direciona a antena de recepção/transmissão para o satélite, conforme mapeamento realizado pelo algoritmo de orbitografia e controle de atitude. Os dados de posicionamento gerados por esse software ficam armazenados no banco de dados histórico do SAT-5.

4.2.4 - Módulo de Referências Textuais

As Referências Textuais comportam as produções científicas relacionadas ao SACI-1, incluindo os seus quatro experimentos; além do Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica.

O módulo de Referências Científicas possui rotinas de:

- *Cadastramento*: incluindo as operações normais de inclusão, exclusão e alteração nos dados de produção científica e nas tabelas do sistema (entidades de vínculo, execução ou financiamento; unidades federativas do Brasil; autores, co-autores e coordenadores dos experimentos; fonte de informações onde foi obtida a referência, tipo de produção científica, etc).
- *Consulta*: por título, autor, entidade, palavras-chaves e texto do resumo, dentre outros, podendo-se realizar buscas booleanas, buscas restritivas com base em resultado anterior, inclusive, dispondo ao usuário a consulta SQL corrente, construída dinamicamente.
- *Localização*: dinâmica e sensível de registros por código e título;

- *Indexação*: das palavras que compõem o texto resumo das referências científicas.

A tela de Cadastramento de Referências a Produção Científica é apresentada na Fig. 4-7, onde temos os botões navegador, [Localizar], [Sair], e [Resumo] (que leva para uma tela específica de editoração de texto e indexação de termos); os campos de cadastramento que constituem o cabeçalho do registro, com o código interno automático, o tema, a data de inclusão no sistema, o título da referência, as palavras-chaves (de número ilimitado), o tipo da produção científica (podendo ser artigo, documento, relatório técnico, livro, tese ou dissertação), a fonte de informações, os autores e co-autores (de número ilimitado), com nome, *e-mail* e instituição de vínculo).

Figura 4-7 - Tela de Cadastramento de Referências Científicas

The screenshot shows a software window titled "Referências Científicas (Form2)". At the top, there are navigation buttons (back, forward, home, etc.) and buttons for "Localizar" and "Sair". The form fields are as follows:

- Código:** 97001-1
- Tema:** SAT-5
- Data de Inclusão:** (empty)
- Título:** O BANCO DE DADOS TRACT DISTRIBUIDO
- Palavras-Chaves:**
 - ATIVO
 - BANCO DE DADOS
 - CIENTIFICO
 - RELACIONAL
- Tipo da Produção Científica:** ARTIGO
- Fonte de Informações:** INPE NOTICIAS
- Autor:**
 - 001
 - 005
 - 006
- Nome:** ROMUALDO ALVES PEREIRA JUNIOR
- E-Mail:** ROMUALDO@DSC.UFPB.BR
- Instituição:** CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

There is also a "Resumo" button on the right side of the form.

A Fig. 4-8 apresenta a tela de consultas das referências científicas, com base em um processo de seleção, execução e visualização dos registros selecionados.

Figura 4-8 - Tela de Consultas das Referências Científicas

The screenshot shows a software interface titled 'Consultas Básicas'. It is divided into three main sections: 'Seleção', 'Resultado', and 'Visualização'.

Seleção: This section contains a table for defining search criteria. The columns are 'Atributo', 'Operador', and 'Conteúdo'. The first row is filled with 'Autor (Nome)', 'Contém', and 'ALVES'. Below the table is a list of attributes: 'Autor (Nome)', 'Título', 'Palavra-Chave', 'Resumo', 'Código', 'Tema', 'Produção Científica', 'Instituição (Código)', and 'Instituição (Nome)'. The 'Autor (Nome)' attribute is currently selected. To the right of the table are buttons for 'Confirmar' (with a checkmark icon) and 'Apagar' (with a trash can icon). Below the table is a field labeled '# Reg. Selecionados:' with the value '3' and a 'Sair' button.

Resultado: This section displays a table of search results. The table has two columns: 'Código' and 'Título'. The results are as follows:

Código	Título
97001-1	O BANCO DE DADOS TRACT DISTRIBUIDO
9700216	DICIONARIO DE ASTRONOMIA
97004-4	A INFLUENCIA DO MAGNETISMO TERRESTRE

Visualização: This section contains three buttons: 'SQL' (with a question mark icon), 'Formulário' (with a form icon), and 'Resumo' (with a document icon).

Assim, temos quatro painéis, descritos a seguir:

- *Painel de Seleção:* A seleção pode ser realizada marcando-se os boxes de atributo (identificação do campo de seleção, que pode ser o nome do autor, título, palavras-chaves, palavra no resumo, código, tema, tipo da produção científica, código/nome da instituição) de operador (igual a, diferente de, menor do que, maior do que, começa com, termina com, contém) e identificando-se o conteúdo desejado na busca. Temos também o botão [Confirmar], que adiciona à lista de comandos para seleção, e o botão [Apagar], que limpa esta lista de comandos.
- *Painel de Execução:* Basicamente, contém o botão [Executar] para realizar a busca nas tabelas do banco de dados após a construção das linhas de comando SQL com base na lista de comandos gerada na interface do painel de seleção; o botão [Sair], para sair do módulo; e um campo reservado para quantificar o número de registros selecionados na busca.

- *Painel de Resultado*: Contém uma grade com os registros resultantes da consulta SQL, com as seguintes colunas: código, título, tema e tipo da produção científica. Um clique duplo sobre os registros deste painel leva à tela de resumos.
- *Painel de Visualização*: É composto apenas por botões, a saber: [SQL], que mostra na tela a consulta SQL construída dinamicamente; [Formulário], que leva à janela específica com os dados completos sobre o registro corrente na grade do painel de resultado; [Resumo], que leva à janela específica para o resumo do registro corrente na grade resultante.

Todos os botões desta tela são sensíveis ao contexto, significando que poderão estar habilitados ou não, dependendo da situação. Por exemplo, somente após a execução é que os botões do painel de visualização estarão habilitados. Outro exemplo, diz respeito ao botão [Resumo], o qual só é habilitado caso o registro corrente possua um texto resumo associado.

O módulo de referências textuais também é composto pelo Dicionário Enciclopédico, cuja tela de cadastramento é apresentada na Fig. 4-9.

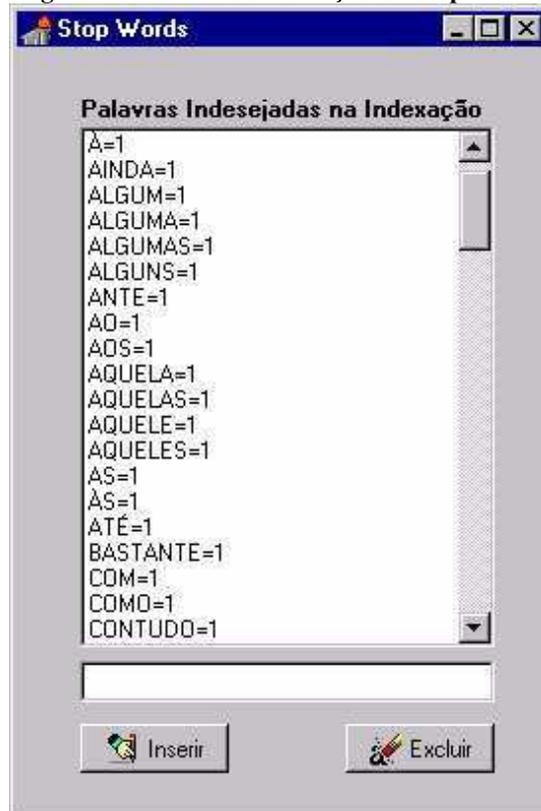
Figura 4-9 - Tela de Cadastramento do Dicionário Enciclopédico



Nesta tela de entrada de dados, temos o botão de navegação; um campo que apresenta a quantidade de verbetes cadastrados no dicionário; e outro apresentando a quantidade de palavras do texto descritivo do significado que foram indexadas; o

- Definição de palavras indesejáveis na indexação (*stop-words*), as quais podem ser incluídas ou excluídas a qualquer momento e passam a ser válidas para as novas inclusões (caso queira-se reindexar todo ou parte do dicionário com base em uma nova lista de *stop-words*, isso é possível). A tela com este recurso é apresentada na Fig. 4-11.
- Referências cruzadas instantâneas para o verbete corrente, apresentando todos os verbetes associados onde ocorre uma referência direta ao mesmo. Como exemplo, temos que o verbete ‘INPE’ tem referência cruzada com alguns verbetes, como ‘SCD1’, ‘SCD2-A’, ‘VLS’ e outros, indicando que nestes outros verbetes, ‘INPE’ é citato explicitamente (tratando-se de um recurso interessante para pesquisas mais aprofundadas em relação a determinado tema ou assunto de pesquisa no dicionário enciclopédico, o qual é mantido automaticamente pelo sistema).

Figura 4-11 - Tela de Definição de Stop-words



4.2.5 - Módulo de Simulação

A Simulação gera uma base com dados aleatórios, obedecendo-se os limites aceitáveis para testes dos quatro experimentos, durante a fase que precede o lançamento do

satélite, de forma a gerar uma base de dados com valores próximos ao que se espera obter na realidade, quando da operação efetiva do microsatélite em sua órbita.

4.2.6 - Módulo de Transferência de Mídia

A Transferência de Mídia realiza a passagem dos dados mais antigos do banco de dados para meio de armazenamento ótico. O volume dos dados recebidos para todos os experimentos será, em média, de 25,8 Mb/dia distribuídos da seguinte forma: PLASMEX, com 12,3 Mb/dia; ORCAS, com 4 Mb/dia; PHOTO, com 3,5 Mb/dia; e MAGNEX, com 6 Mb/dia. Assim, em 40 dias, já teremos um volume de dados (em formato de pacotes) de aproximadamente 1 Gb, só para os experimentos.

Pretende-se realizar a primeira transferência dos dados mais antigos para CD-ROM a partir do momento em que a base de dados ocupar o volume de aproximadamente 7 Gb, o que deverá acontecer por volta de quarenta semanas de operação do satélite, quando um conjunto de aproximadamente 16 discos CD-ROM com 600 Mb cada um serão gravados e o espaço equivalente no banco de dados será liberado para novos dados de telemetria. Após isso, o processo de transferência deverá ocorrer regularmente a cada 40 dias, sempre obedecendo-se essa taxa de transferência de aproximadamente 960 Mb, por operação. Como a capacidade total do *winchester* do servidor de banco de dados é de aproximadamente 10 Gb, temos uma considerável margem de segurança (mais de 80 dias de operação do satélite, correspondendo a aproximadamente 2 Gb) para o armazenamento dos dados de telemetria, mesmo que por algum motivo haja impedimento de liberação de espaço neste disco principal.

Há possibilidade de utilização de software de compactação de dados para o armazenamento em CD-ROM. Isso poderá otimizar o tempo de transferência e minimizar a quantidade de discos usados.

Os dados relativos aos experimentos estarão, também, disponíveis aos coordenadores via CD-ROM, juntamente com uma cópia do SAT-5 que poderá operar *stand-alone* com estes dados. Assim, a cada 600 Mb (1 disco) de dados de telemetria de determinado experimento, estes serão armazenados em CD-ROM, mesmo que não haja transferência. Isso corresponde a aproximadamente: 50 dias de telemetria do

PLASMEX; 150 dias de telemetria do ORCAS; 170 dias de telemetria do PHOTO; e 100 dias de telemetria do MAGNEX.

Quando forem necessárias consultas envolvendo dados históricos antigos, a carga desses dados poderá ser realizada por este mesmo módulo de transferência. O processo inclui a carga dos dados de um determinado período, a realização das consultas e posterior exclusão dos registros. Caso coincida de existirem dados carregados no momento da execução de uma transferência, os mesmos não farão parte deste processo, uma vez que já foram transferidos em uma outra ocasião.

4.2.7 - Módulo de Instrumentos Virtuais

Este módulo não consta no menu principal, uma vez que a ativação do mesmo é realizada nos módulos relativos aos experimentos. Consiste de uma apresentação gráfica dos dados armazenados. A apresentação dos dados relativos aos experimentos muitas vezes precisa ser complementada com uma apresentação gráfica de um simulador do instrumento. Para realizar isso, a solução adotada foi usar um aplicativo independente do SAT-5 para apresentar tais medições disponíveis no banco de dados. Tanto a *Dynamic Data Exchange* - DDE (Troca Dinâmica de Dados), onde um aplicativo move dados para outro aplicativo sem ação específica do usuário [13] como o protocolo TCP/IP viabilizam esse recurso.

Por exemplo, o SAT-5 faz uso do termômetro virtual (disponível na biblioteca de programas implementados pelos desenvolvedores do INPE, no ambiente LabView).

4.2.8 - Módulo de Documentação

A Documentação do sistema consiste de uma galeria de fotografias e vídeos relacionados ao projeto, formando um importante acervo histórico no próprio sistema.

4.2.9 - Módulo da Internet

O módulo da Internet faz a conexão com a Home Page do SAT-5, a qual contém todas as informações do sistema e *links* para *sites* relacionados ao projeto. Também, viabiliza

o contato com a administração da missão, dos experimentos e do sistema em solo, via correio-eletrônico.

4.2.10 - Módulo de Ajuda

O módulo de Ajuda identifica a versão do sistema e descreve todos os recursos disponíveis, com documentação *on-line* para navegação por meio de *links*, conforme o padrão de arquivos Help.

Também existem as dicas automáticas (*hints*) que são apresentadas quando o mouse aponta para uma área que possui uma dica associada. Por exemplo, temos em cada botão de navegação uma descrição de cada uma das possibilidades, sempre que o usuário posiciona o cursor sobre o mesmo.

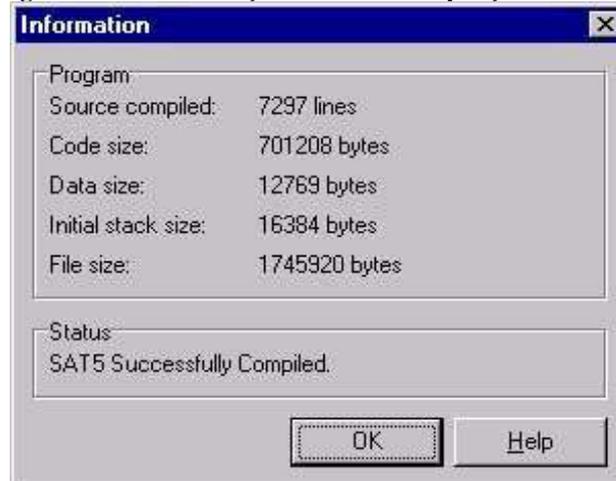
4.3 - IMPLEMENTAÇÃO

O sistema SAT-5 foi totalmente desenvolvido em Delphi 3, da Borland⁵, tendo sido produzidas 46 telas (formulários) para o sistema, dentre as quais, algumas já foram apresentadas anteriormente.

A Fig. 4-12 apresenta a tela sobre a compilação do projeto com dados sobre a quantidade total de linhas compiladas, tamanho total do arquivo executável, memória necessária para armazenar as variáveis globais e locais e o tamanho final do arquivo gerado. Podemos, assim, verificar que foram geradas quase 7.500 linhas de programa, em um arquivo executável de aproximadamente 700 Kb e produzindo um arquivo total de 1,7 Mb.

⁵ Segundo Lance Devin, Administrador do Produto Delphi da Borland International, a estação Atlantis da NASA e a estação russa Mir usaram o Delphi para ajudar a identificar e capturar fotografias da terra. O *Scientific and Technical Information System* da NASA, desenvolvido com o Delphi, foi nomeado pela revista *Info World* uma das melhores aplicações cliente/servidor existentes no mundo.

Figura 4-12 - Informações sobre a Compilação do SAT-5



O ambiente de desenvolvimento Delphi 3 tem recursos para programação em 32 e 16 bits em ambientes gráficos Windows NT e Windows 95. Possibilita a programação para Internet, Intranet e Extranet, além de dispor dados HTML para os browsers Explorer e Netscape. O Delphi 3 inclui ferramentas como tabelas multidimensionais, características para transformação de dados em informações visuais e recursos para criação e impressão de relatórios incorporados. Apresenta tecnologia RAD (*Rapid Application Development*), ferramentas para arquitetura *multi-tier* e para desenvolvimento de aplicações cliente/servidor.

Adotou-se o servidor de banco de dados SOLID Server. O produto passou por amplos testes, tendo-se mostrado eficaz e eficiente para as necessidades do banco de dados TRACT (descrito detalhadamente no Cap. 6). Em seu menu *pop-up*, conta com opções para a inicialização do servidor, edição de comandos SQL, administração via controle remoto, documentação de ajuda *on-line* e conexão com a *home-page* da *SOLID Information Technology*.

A plataforma adotada para o SAT-5 é a mesma para toda a Missão SACI-1, ou seja, o sistema operacional Windows NT Server 4.0.

A implementação dos aspectos ativos do banco de dados não são considerados neste capítulo, uma vez que não se tratam de subsistemas funcionais da aplicação, mas sim, de procedimentos armazenados independentes, diretamente associados ao banco de dados.

A seguir, temos a descrição de algumas rotinas implementadas para cada um dos módulos do SAT-5, com listagens numeradas das rotinas selecionadas e textos explicativos associados a estas listagens.

4.3.1 - Módulo de Experimentos

A apresentação das informações básicas sobre cada experimento foi implementada utilizando-se um formulário com quatro guias. Ao escolher a guia do experimento desejado, o usuário é direcionado para a tela específica, onde são apresentadas as tabelas em forma de grades, além das informações do computador de bordo para o registro corrente.

O tratamento das opções de escolha das guias resulta da *procedure* *TPagesDlg_Exp_Form.BitBtn1Click*, a seguir:

```

1. procedure TPagesDlg_Exp_Form.BitBtn1Click(Sender: TObject);
2. begin
3.     {Botão Telemetria Geral}
4.     case PageControl1.ActivePage.PageIndex of
5.         0: begin
6.             DataMod_Plasmex.DataSource1.DataSet := DataMod_Plasmex.Table1;
7.             Plasmex_Form.ShowModal;
8.         end;
9.         1: begin
10.            DataMod_Orcas.DataSource1.DataSet := DataMod_Orcas.Table1;
11.            Orcas_Form.ShowModal;
12.        end;
13.        2: begin
14.            DataMod_Photo.DataSource1.DataSet := DataMod_Photo.Table1;
15.            Photo_Form.ShowModal;
16.        end;
17.        3: begin
18.            DataMod_Magnex.DataSource1.DataSet := DataMod_Magnex.Table1;
19.            Magnex_Form.ShowModal;
20.        end;
21.    end;
22. end;

```

A seleção do formulário resultante é de acordo com o índice da página ativa do formulário de guias (linha 4). As linhas 5-8 referem-se ao experimento PLASMEX; as linhas 9-12, ao ORCAS; as linhas 13-16, ao PHOTO; e as linhas 17-20, ao MAGNEX. Basicamente, ocorre para cada um destes experimentos, a atualização da tabela a ser considerada no banco de dados (linhas 6, 10, 14 e 18) e a apresentação do formulário de

telemetria do experimento (linhas 7, 11, 15 e 19). Vale ressaltar que os módulos de dados estão separados dos respectivos formulários.

Uma vez que os dados dos experimentos são coletados no plasma espacial por sensores, este módulo não possui rotinas de cadastramento. Por outro lado, o usuário pode visualizar os seus dados através da navegação por todos os registros ou por meio de consultas interativas com o sistema. A seguir, apresentamos a rotina de consultas temporais, que basicamente, viabiliza uma interface amigável com o usuário de forma a permitir-lhe passar parâmetros temporais no formato T-SQL, como definido por Navathe e Ahmed [19], através de uma nova cláusula WHEN que é uma extensão para o padrão SQL.

```

1. procedure Traduz_TSQL;   {Cláusula WHEN}
2. var
3.   woperadores : array[0..7] of String;
4.   wexperimento : String;
5.
6. begin
7.   case Cons_temp_Form.ComboBox5.ItemIndex of
8.     0..3: wexperimento := 'PLASMEX';
9.     4..6: wexperimento := 'ORCAS';
10.    7:   wexperimento := 'PHOTO';
11.   end;
12.
13.   {0 = Before; 1= After; 2 = During; 3 = Equivalent; 4 = Adjacent;
14.    5 = Overlap; 6 = Follows; 7 = Precedes}
15.
16.   case Cons_temp_Form.ComboBox4.ItemIndex of
17.     0: linha_tsq := 'B.MAGNEX_RTime_End < C.' + wexperimento + '_Rtime_Begin';
18.     1: linha_tsq := 'B.MAGNEX_RTime_Begin > C.' + wexperimento + '_Rtime_End';
19.     2: linha_tsq := 'B.MAGNEX_RTime_Begin >= C.' + wexperimento + '_Rtime_Begin'
20.       + ' AND ' + 'B.MAGNEX_RTime_End <= C.' + wexperimento + '_Rtime_End';
21.     3: linha_tsq := 'B.MAGNEX_RTime_Begin = C.' + wexperimento + '_Rtime_Begin' +
22.       ' AND ' + 'B.MAGNEX_RTime_End = C.' + wexperimento + '_Rtime_End';
23.     4: linha_tsq := '(C.' + wexperimento + '_Rtime_Begin - B.MAGNEX_RTime_End = 1
24.       OR ' + 'B.MAGNEX_RTime_Begin - C.' + wexperimento + '_Rtime_End=1)';
25.     5: linha_tsq := 'B.MAGNEX_RTime_Begin <= C.' + wexperimento + '_Rtime_End
26.       AND ' + 'C.' + wexperimento + '_Rtime_Begin <=;
27.     6: linha_tsq := 'B.MAGNEX_RTime_Begin - =1)';
28.     7: linha_tsq := 'C.' + wexperimento + '_Rtime_Begin ' - B.MAGNEX_RTime_End=1';
29.   end;
30. end;

```

Nesta rotina, temos a identificação do experimento a se relacionar com o MAGNEX (linhas 6-10) e a tradução dinâmica do comando no formato TSQL que usa a cláusula WHEN e os operadores temporais BEFORE, AFTER, DURING,

EQUIVALENT, ADJACENT, OVERLAP, FOLLOWS e PRECEDES para o formato padrão SQL (linhas 13 a 25).

4.3.2 - Módulo de Orbitografia

Uma das rotinas do Módulo de Orbitografia é a *procedure atualiza_registro*, que realiza a atualização on-line das efemérides do SACI-1:

```

1. procedure atualiza_registro(linha1: String; linha2: String);
2. var
3.   opc : SmallInt;
4.   opc_msg : String;
5. begin
6.   with Norad_Form do
7.     begin
8.       {Posicionar no registro mais recente de efemérides}
9.       DBNavigator.BtnClick(nbLast);
10.      {Verificar se houve alguma atualização}
11.      opc := CompareStr(DBEdit1.Text, Copy(linha1,19,2)) +
              CompareStr(DBEdit2.Text, Copy(linha1,21,12));
12.      case opc of
13.        -2,-1: StatusBar1.Panels[0].Text := 'Efemérides Atrasadas na Página Web';
14.        0:   StatusBar1.Panels[0].Text := 'Efemérides inalteradas na Página Web';
15.        1,2: begin
16.          StatusBar1.Panels[0].Text := 'Efemérides atualizadas na Página Web';
17.          {Colocar a tabela em modo de inserção}
18.          DataMod_Norad.Table1.Insert;
19.
20.          {Linha 1}
21.          DBEdit1.Text := Copy(linha1,19,2);   {Ano Época}
22.          DBEdit2.Text := Copy(linha1,21,12); {Época}
23.          DBEdit3.Text := Copy(linha1,34,10); {Primeira derivada de tempo}
24.          DBEdit4.Text := Copy(linha1,45,8);  {Segunda derivada de tempo}
25.          DBEdit5.Text := Copy(linha1,54,8);  {Termo de arrasto}
26.          DBEdit6.Text := Copy(linha1,63,1);  {Tipo de efeméride}
27.          DBEdit7.Text := Copy(linha1,65,4);  {Número do elemento}
28.
29.          {Linha 2}
30.          DBEdit8.Text := Copy(linha2,9,8);   {Grau de inclinação}
31.          DBEdit9.Text := Copy(linha2,18,8);  {Grau de ascensão}
32.          DBEdit10.Text := Copy(linha2,27,7); {Excentricidade}
33.          DBEdit11.Text := Copy(linha2,35,8); {Grau do arg. de perigeu}
34.          DBEdit12.Text := Copy(linha2,44,8); {Grau da anomalia média}
35.          DBEdit13.Text := Copy(linha2,53,11); {Movimento médio}
36.          DBEdit14.Text := Copy(linha2,64,5); {Número da revolução}
37.
38.          {Data de Atualização das efemérides}
39.          DBEdit15.Text := DateToStr(Now) + ' ' + TimeToStr(Now);
40.
41.          {Atualizar o banco de dados com as novas efemérides}
42.          DataMod_Norad.Table1.Post;

```

```

43.           DataMod_Norad.Table1.Refresh;
44.           end;
45.       end;
46.       {Atualizar a tela}
47.       StatusBar1.Refresh;
48.       Refresh;
49.   end;
50.end;

```

A rotina começa com o posicionamento no último registro armazenado no histórico NORAD, no banco de dados do SAT-5 (linha 8). Isso é importante para verificar se os dados da Página Web responsável por fornecer as efemérides semanalmente já foram atualizados. O teste é feito inclusive considerando a possibilidade de uma atualização com geração de registro em atraso (linha 13) e, portanto, inválido para o banco de dados. Também, as efemérides podem não ter sofrido qualquer alteração (linha 14). Caso tenha havido de fato uma atualização, o registro *two-line-elements* é inserido na tabela NORAD do SAT-5 (linhas 15-44). Uma vez finalizada esta verificação e as operações associadas, notifica-se o usuário a respeito do resultado do procedimento (linhas 46-48).

4.3.3 - Módulo de Dados de Posicionamento da Antena

A implementação deste módulo resume-se apenas no armazenamento dos dados históricos de posicionamento da antena, uma vez que existe software específico para o posicionamento da mesma, segundo algoritmos consagrados e em pleno uso pelas estações em solo.

4.3.4 - Módulo de Referências Textuais

A implementação das referências textuais inclui rotinas de armazenamento dos dados e de recuperações textuais em campos formatados e em arquivos com extensão .TXT que compõem o resumo da produção científica. Além disso, há o dicionário enciclopédico com termos e ilustrações da área de astronomia e astronáutica.

Um click no botão de navegação do formulário de Cadastramento de Referências a Produção Científica executa a procedure *TForm2.DBNavigatorClick* descrita a seguir:

```

1. procedure TForm2.DBNavigatorClick(Sender: TObject; Button: TNavigateBtn);

```

```

2. var
3.   Today: TDateTime;
4.   Year, Month, Day : Word;
5.   wpos : ShortInt;
6.   wcodigo : String;
7.   wcodbak : String;
8.   warquivo : String;
9.   wfile: TextFile;
10.  S: String;
11. begin
12.   {Atualização da tela de acordo com o banco de dados distribuído}
13.   DataModule1.Table1.Refresh;
14.   case Button of
15.     nbInsert:
16.       begin
17.         Today := Date;
18.         DecodeDate(Today, Year, Month, Day);
19.         DataModule1.Table1.Insert;
20.         calcula_codigo_pc(IntToStr(Year));
21.         DataModule1.Table1.Post;
22.       end;
23.     nbDelete : if FileExists(Resumo_form.OpenDialog1.FileName)
24.       then
25.         begin
26.           {Seleção do arquivo de texto referente ao código a ser excluído}
27.           wcodigo := Resumo_form.OpenDialog1.FileName;
28.           wpos := Pos('.txt',wcodigo);
29.           wcodbak := Copy(wcodigo,1,wpos-1)+'.bak';
30.           warquivo := wcodigo;
31.           {Antes de renomear, fechar o arquivo}
32.           AssignFile(wfile, wcodigo);
33.           wcodigo := Copy(wcodigo,wpos-7,7);
34.           Reset(wfile);
35.           CloseFile(wfile);
36.           {Renomeação do arquivo: de .txt para .bak}
37.           if not RenameFile(warquivo,wcodbak)
38.             then
39.               MessageDlg('Erro renomeando arquivo!', mtInformation, [mbOk],0);
40.           Resumo_form.Exclui_inversao(wcodigo);
41.         end;
42.     end;
43. end;

```

O fato de o sistema poder ser usado concorrentemente por vários usuários exige a atualização da tela de cadastramento sempre que a mesma é criada, para evitar que a apresentação dos dados na tela corra o risco de estar desatualizada, em função da possibilidade de já haver alguém editando o mesmo registro (linha 14). Há somente duas situações que merecem um tratamento especial em relação ao botão de navegação: operação de inclusão, ou exclusão. No caso da inserção de um novo registro (linhas 15-

22), temos a criação automática de um novo código sequencial. No caso de exclusão (linhas 23-41), precisamos, além de apagar o registro da tabela, de transformar o arquivo texto resumo em *backup* (linhas 27-39) e excluir todas as palavras invertidas para aquele texto (linha 40), chamando-se a procedure *Resumo_form.Exclui_inversao*, a saber:

```

1. procedure TResumo_form.Exclui_inversao(codigo : String);
2. begin
3.     with Inv_res_form.Query1 do
4.         begin
5.             {Exclusão das palavras invertidas do resumo corrente, caso exista}
6.             try
7.                 Close;
8.                 ParamByName('wparam2').AsString := codigo;
9.                 SQL[0] := 'DELETE from ABSTRACT_WORD';
10.                SQL[1] := 'WHERE REF_CODE = :wparam2';
11.                ExecSql;
12.            except
13.                ShowMessage('Erro na Exclusão da Lista Invertida! [Resumo]');
14.            end;
15.        end;
16. end;

```

Esta rotina atualiza um dos parâmetros do componente Query1 do formulário de inversões de palavras do texto resumo, de forma que o código a ser excluído seja passado como parâmetro para o comando SQL (linhas 6-11). Havendo algum erro, uma mensagem é emitida pelo sistema (linhas 12-13). As instruções incluídas após a instrução *try* (linha 6) são os possíveis acionadores da exceção. A instrução *except* dará início à execução das instruções especiais de tratamento de erros, que são executadas somente quando ocorre uma exceção [16].

A rotina de inclusão de palavras invertidas do texto resumo é a *procedure Inclui_inversao*, apresentada a seguir:

```

1. procedure Inclui_inversao(palavra : String; codigo : String);
2. var
3.     n : Integer;
4. begin
5.     {Inclusão do novo resumo, palavra por palavra}
6.     with Inv_res_form.Table1 do
7.         begin
8.             Open;
9.             n := 1;

```

```

10.     if FindKey([palavra, codigo])
11.     then
12.         {Palavra já existe - Incrementação do contador}
13.         begin
14.             n := FieldByName('QTY_OCCURR').AsInteger + 1;
15.             Edit;
16.             FieldByName('QTY_OCCURR').AsInteger := n;
17.             UpdateRecord;
18.             Post;
19.         end
20.     else
21.         InsertRecord([palavra, codigo, 1]);
22.     Close;
23. end;
24.end;

```

Nesta rotina, cada palavra do texto resumo é introduzida na lista invertida e quantificada de forma que se possa saber quantas vezes uma palavra ocorre dentro de um texto (linhas 7-21).

Ao concluir a digitação de um texto resumo, o usuário normalmente deve salvar o texto, o que redundará na execução da *procedure Resumo_form.Opc_salvarClick*, apresentada a seguir:

```

1. procedure TResumo_form.Opc_salvarClick(Sender: TObject);
2. var
3.     F1 : TextFile;
4.     wtexto : String;
5.     wpalavra : String;
6.     wchar : Char;
7.     wascii : Integer;
8.     i : Integer;
9.
10. begin
11.     if OpenFileDialog1.FileName <> " then
12.         begin
13.             {Atualização do cursor default para ampulheta}
14.             Screen.Cursor := crHourGlass;
15.             try
16.                 {Gravação do arquivo .txt}
17.                 Memo1.Lines.SaveToFile(OpenDialog1.FileName);
18.                 {Exclusão da inversão para o código corrente}
19.                 Resumo_form.Exclui_inversao(Resumo_form.Edit1.Text);
20.                 {Indexação do Texto}
21.                 AssignFile(F1, OpenFileDialog1.FileName);
22.                 Reset(F1);
23.                 wpalavra := ";
24.                 while not Eof(F1) do
25.                     begin
26.                         Readln(F1, wtexto);

```

```

27.         {Read(F1, wchar);}
28.         wtexto := AnsiUpperCase(wtexto);
29.         for i := 1 to Length(wtexto) do
30.             begin
31.                 wchar := wtexto[i];
32.                 wascii := Ord(wchar);
33.                 {Exclusão de pontuação, números, e caracteres especiais}
34.                 If ((wascii>64) and (wascii<91)) or ((wascii>191) and (wascii<223))
35.                     then
36.                         {Formação da palavra, caracter a caracter}
37.                         AppendStr(wpalavra, wchar)
38.                     else
39.                         {Fim da formação da palavra}
40.                         If Length(wpalavra) > 0
41.                             then
42.                                 begin
43.                                     Inclui_inversao(wpalavra, Resumo_form.Edit1.Text);
44.                                     wpalavra := "";
45.                                 end;
46.                             end;
47.                         end;
48.                 CloseFile(F1);
49.                 {Indexação da última palavra, caso ainda não tenha sido}
50.                 If Length(wpalavra) > 0
51.                     then
52.                         Inclui_inversao(wpalavra, Resumo_form.Edit1.Text);
53.                 finally
54.                     {Restauração do cursor}
55.                     Screen.Cursor := crDefault;
56.                 end;
57.             end;
58. end;

```

Para que esta rotina seja executada, é necessário que o nome do arquivo já tenha sido previamente definido (linha 11). Como o processo de indexação pode levar algum tempo (dependendo do tamanho do texto), é conveniente alterar o tipo de cursor na tela para uma ampulheta, a qual deverá voltar ao normal, tipo seta, ao final da operação. A abordagem *try-finally* garante que o cursor será restaurado de maneira apropriada, mesmo que ocorra uma exceção no código (linhas 13-15 e 54-56). O arquivo é gravado com a extensão *.txt*; a rotina de exclusão de inversão descrita anteriormente é chamada, para que possíveis palavras previamente indexadas para aquele texto sejam eliminadas da tabela de inversões (linhas 18,19) e, então, enquanto não terminar o arquivo (linha 24), cada linha do texto é lida (linhas 26,27) e transformada em maiúsculas (linha 28). Após isso, são eliminados os caracteres especiais e de pontuação, além de números que, por definição, não devem formar palavras recuperáveis, formando-se as palavras

válidas, caracter a caracter e incluindo-as na inversão (linhas 29-46). Ao final, indexa-se a última palavra do texto, caso isso ainda não tenha sido realizado (linhas 49-52).

4.3.5 - Módulo de Simulação

A implementação deste módulo será realizada conjuntamente com os coordenadores dos experimentos, os quais estão definindo os parâmetros de aceitação de dados.

4.3.6 - Módulo de Transferência de Mídia

A implementação do módulo de transferência de mídia será realizada posteriormente, uma vez que a primeira ocorrência de transferência deverá ocorrer 40 semanas após o lançamento do satélite.

4.3.7 - Módulo de Instrumentos Virtuais

A DDE permite que dois aplicativos estabeleçam uma conexão e a usem para passar dados. Isso pode ser feito para enviar dados conforme solicitação e executar uma contínua atualização de um item de dados que muda com o tempo, processo este denominado *conversa*. Um dos dois aplicativos envolvidos na *conversa* é indicado como servidor e o segundo como cliente. Basicamente, o servidor é o fornecedor de informações; o cliente é o aplicativo que controla o processo.

Enquanto o papel do servidor é basicamente enviar dados para o cliente, o papel do cliente é basicamente iniciar a conversa, solicitar os dados do servidor, enviar dados não solicitados para o servidor (comando *poke*) ou solicitar que o servidor execute comandos (*execute*). Uma vez ativada a conversação, o cliente pode solicitar dados do servidor (*request*) ou iniciar um *loop de aviso* (*advise loop*). Este último significa que o cliente pode pedir que o servidor seja notificado de qualquer alteração em certa parte de dados. O servidor enviará uma notificação ou uma cópia dos dados cada vez que eles mudarem. Os elementos da DDE são os seguintes:

- *Serviço* - é basicamente o nome do aplicativo servidor de DDE, podendo ser de um arquivo executável (sem a extensão) ou diferente, determinado pelo próprio servidor.

- *Tópico* - é o tema global da conversa. Pode ser um arquivo de dados, uma janela do servidor ou qualquer outra coisa.
- *Item* - é um identificador de um elemento de dado específico. Pode ser um campo de banco de dados, uma célula de uma planilha etc. Dentro de uma única conversa, um cliente e um servidor podem trocar dados sobre diversos itens.

Uma outra possível solução é usar o protocolo TCP/IP ao invés de conversas via DDE. A vantagem consiste em permitir que os processos cliente e servidor estejam em máquinas independentes uma da outra. A rotina para o processo servidor é o da procedure *TTCPServer.Button1Click*, a seguir:

```

1. procedure TTCPServer.Button1Click(Sender: TObject);
2. var
3.   wbuffer1 : Integer;
4.   whost : String;
5. begin
6.   {Envio de dados para o cliente}
7.   try
8.     begin
9.       wbuffer1 := StrToInt(Edit1.Text);
10.      {ShowMessage(IntToStr(wbuffer1));}
11.      whost := ServerSocket1.Socket.Connections[0].RemoteAddress;
12.      ServerSocket1.Socket.Connections[0].SendBuf(wbuffer1,4);
13.      StatusBar1.SimpleText := 'Enviando dados para '+ whost;
14.    end;
15.  except
16.    ShowMessage('Problemas no Socket');
17.  end;
18.end;
```

Basicamente, o servidor responsabiliza-se pelo envio dos dados para o cliente (linhas 12,13), atualizando, primeiramente, a conexão com o endereço remoto (linha 11). Durante a operação de conexão e troca de mensagens, a barra de status apresenta as mensagens indicando a fase em que se encontra no processo.

Do outro lado, podendo inclusive ser em uma máquina diferente, temos o processo cliente, o qual usa a procedure *TTCPClient.Button1Click*, a seguir:

```

1. procedure TTCPClient.Button1Click(Sender: TObject);
2. var
3.   wbuffer : Integer;
4. begin
5.   {Receber o buffer enviado pelo servidor}
6.   ClientSocket1.Socket.ReceiveBuf(wbuffer,4);
```

```
7.   Edit1.Text := IntToStr(wbuffer);  
8. end;
```

Para que a conversa funcione adequadamente, o processo cliente precisa definir o parâmetro de configuração do componente de conexão como 150.163.40.36, que corresponde ao endereço IP da máquina com o processo servidor e definir a porta de escuta como sendo a mesma do processo servidor, ou seja, porta 2055. Isto significa que quando o cliente estiver sendo executado, estará na escuta desta porta, aguardando a chegada dos dados. Então, o recebimento do buffer enviado pelo servidor é realizado pelo cliente e o dado é apresentado para o usuário (linhas 5-7).

4.3.8 - Módulo de Documentação

A implementação da documentação do sistema consiste de uma única tela que apresenta uma galeria de fotografias e vídeos relacionados ao projeto, os quais ficam armazenados no diretório do sistema.

4.3.9 - Módulo da Internet

A implementação do módulo da Internet constitui-se de uma conexão com a *home-page* do Projeto SAT-5, a qual foi implementada no Microsoft FrontPage 97, um pacote de criação de páginas na *World Wide Web* (WWW).

4.3.10 - Módulo de Ajuda

Existem várias maneiras de criar arquivos de ajuda para o projeto, incluindo o uso de um programa de processamento de textos para gravar tópicos como arquivos .RTF ou de um sistema comercial de criação de ajuda, como o ForeHelp. Os arquivos de Ajuda do SAT-5 foram implementados no Windows Help Compiler, o compilador de ajuda do Microsoft Windows.

De qualquer forma, ainda fez-se necessário vincular os arquivos de ajuda com o aplicativo Delphi, compilando-se, primeiramente, o arquivo de ajuda, de forma a criar um arquivo .HLP e especificando nas opções de projeto do Delphi este arquivo criado. Também, os aplicativos Delphi oferecem suporte às caixas de dicas do Windows NT

para botões de barras de ferramentas e opções de menu. O aplicativo oferece suporte a essas dicas através das propriedades *Hint*, *HintColor* e *HintPause*; e, também, do evento *OnHint*.

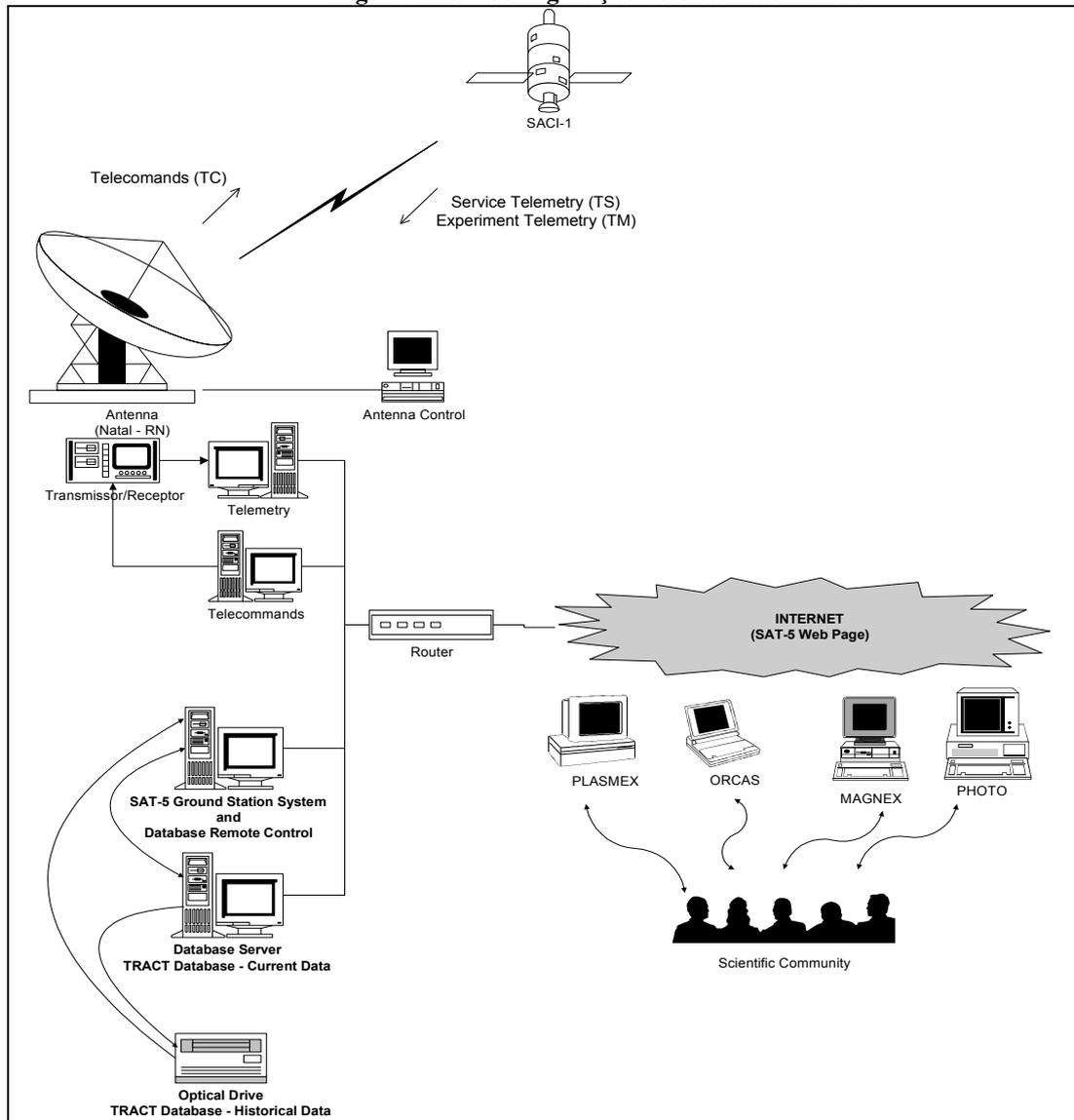
4.4 - CONFIGURAÇÃO DA ESTAÇÃO SACI-1

Os principais componentes da Estação SACI-1 são o microsatélite (com o computador de bordo e quatro microcontroladores dos experimentos científicos), a antena parabólica (direcionada para o satélite, com base em algoritmos que calculam a previsão de órbita), os equipamentos de transmissão e recepção (para transmitir telecomandos e receber a telemetria), um roteador de 64 Kb para a Internet (viabilizando o acesso pelos coordenadores dos quatro experimentos e por usuários autorizados) e uma rede local Ethernet. A Fig. 4-13 ilustra a configuração da estação. Maiores detalhes podem ser obtidos no Apêndice I.

Os sistemas da estação SACI-1 são baseados em plataforma de computadores pessoais (PCs) com microcontroladores desenvolvidos em casa [14]. Salemi [25] explica que só mais recentemente é que os micros compatíveis com o IBM-PC se tornaram uma plataforma aceitável para os bancos de dados cliente/servidor, por causa do advento dos poderosos sistemas de 32 bits e Pentium, dos discos rígidos com maior capacidade de armazenamento e de sistemas operacionais multitarefa estáveis. A configuração da rede Ethernet conta com cinco estações de trabalho, a saber:

- Controle de antena;
- Telemetria;
- Telecomandos;
- Sistema para os experimentos e controle remoto do banco de dados;
- Servidor do banco de dados.

Figura 4-13 - Configuração do Sistema em Rede



No Apêndice I, temos uma descrição técnica de cada item de *hardware* e *software* necessários para a manutenção e operação da estação em solo, cujo valor total está estimado em aproximadamente US\$ 40.000.

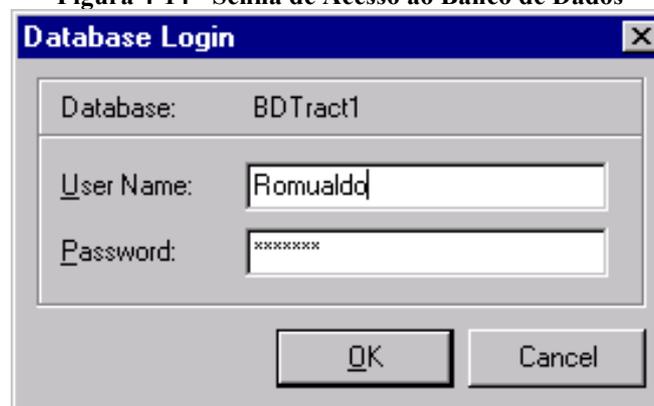
4.5 - SEGURANÇA DO SISTEMA

A partir do momento em que o banco de dados fica disponível ao acesso via Internet, o problema da segurança fica em maior evidência, ou seja, os arquivos sujeitam-se a ser vasculhados por intrusos. Para barrar acessos indesejáveis e não autorizados, o *firewall* é um item obrigatório, assim como os programas antivírus, constantemente atualizados, são essenciais para dificultar a contaminação dos arquivos internos. Outro mecanismo

complementar de segurança das informações é o estabelecimento de direitos de acesso (*grants*) a nível de tabelas via comandos SQL. Finalmente, para acessar as informações armazenadas no banco de dados, o usuário deverá ter sua senha cadastrada no SAT-5.

Para abrir o banco de dados, é necessário que o Solid Server esteja rodando e dando permissões para novas entradas. A janela de login é dada na Fig. 7.99. Note-se que o nome do *alias* para o banco de dados é *BDTract1*. A *username* refere-se aos nomes autorizados a usar o banco de dados. A *password* é uma senha de segurança exclusiva e pessoal do usuário autorizado.

Figura 4-14 - Senha de Acesso ao Banco de Dados



Vale ressaltar que qualquer tentativa de acesso ao banco de dados, com sucesso ou não, é registrada no *log* do sistema do servidor de banco de dados. A seguir temos um exemplo deste arquivo gerado automaticamente pelo servidor de bancos de dados:

```

1. 1997-12-26 09:59:20 SOLID Server - v.02.20.0007 (Windows NT ix86)
2. 1997-12-26 09:59:20 (C) Copyright Solid Information Technology Ltd 1993-1997
3. 1997-12-26 09:59:20 Using license file C:\solid\solid.lic
4. 1997-12-26 09:59:20 License for SOLID Web Engine v2.x, Standard Edition
5. 1997-12-26 09:59:20 Runtime License for Windows NT ix86
6. 1997-12-26 09:59:20 Serial number: 0060002311
7. 1997-12-26 09:59:20 Maximum number of connections: 4
8. 1997-12-26 09:59:20 Server Extension
9. 1997-12-26 09:59:20 Licensed to:
10.1997-12-26 09:59:20 Funcate
11.1997-12-26 09:59:20 Romualdo Alves
12.1997-12-26 09:59:20 Using configuration file C:\solid\solid.ini
13.1997-12-26 09:59:21 Listening of 'NmPipe SOLID' started.
14.1997-12-26 09:59:21 Listening of 'ShMem SOLID' started.
15.1997-12-26 09:59:21 Listening of 'TCP/IP 1313' started.
16.1997-12-26 09:59:21 SOLID Server started at Fri Dec 26 09:59:21 1997
17.1997-12-26 09:59:21 *** End of startup messages ***
18.1997-12-26 09:59:55 User 'ROMUALDO' connected from a remote control, user id 0.
19.1997-12-26 10:02:26 User 'ROMUALDO' disconnected from a remote control, user id 0.
20.1997-12-26 10:04:50 User 'ROMUALDO' connected from a remote control, user id 1.

```

```
21. 1997-12-26 10:05:06 User 'KATIA' connected, user id 2.
22. 1997-12-26 10:05:31 User 'RENAN' connected, user id 3.
23. 1997-12-26 10:06:36 User 'KAREN' connected, user id 4.
24. 1997-12-26 10:08:10 User 'KATIA' disconnected, user id 2.
25. 1997-12-26 10:08:20 No new connections allowed.
26. 1997-12-26 10:08:56 New connections allowed.
27. 1997-12-26 10:09:05 User 'ULRICH' connected, user id 6.
28. 1997-12-26 10:09:59 User 'SERGIO' connected, user id 7.
29. 1997-12-26 10:11:57 User 'ANA' connected, user id 8.
30. 1997-12-26 10:12:41 User 'ANA' was disconnected abnormally, user id 8.
31. 1997-12-26 10:12:56 User 'SERGIO' was disconnected abnormally, user id 7.
32. 1997-12-26 10:14:21 User 'RENAN' disconnected, user id 3.
33. 1997-12-26 10:15:52 Backup started to directory 'C:\solid\Backup'
34. 1997-12-26 10:15:52 Checkpoint creation started
35. 1997-12-26 10:15:53 Checkpoint creation completed
36. 1997-12-26 10:15:59 Backup completed successfully
37. 1997-12-26 23:57:13 User 'ROMUALDO' tried to connect with an illegal username or
    password.
```

Neste arquivo de *log*, primeiramente, temos a descrição da licença do software (linhas 1-11). Em seguida, temos a inicialização das configurações de protocolo, porta de escuta e do servidor (linhas 12-17). Às 09:59:55h, temos o início do registros das ocorrências em si, quando houve uma conexão do administrador do sistema ao controle remoto do servidor, que após alguns minutos desconectou-se (linhas 18,19), tornando a conectar-se às 10:04:50h (linha 20). Os usuários Kátia, Renan e Karen entraram no sistema em seguida (linhas 21-23). Após alguns minutos, Kátia resolveu sair do sistema (linha 24) e o administrador bloqueou novas conexões ao banco de dados (linha 25), liberando para novos acessos, em seguida (linha 26). Os usuários Ulrich, Sérgio e Ana conectaram-se ao banco de dados (linhas 27-29) após o que, o administrador resolveu desconectar Sérgio e Ana (linhas 30,31). Renan resolveu sair também (linha 32), quando, então, o administrador decidiu realizar um *backup* do banco de dados (linhas 33-36), o que foi feito sem a necessidade de fechar o mesmo, concorrentemente com o uso do sistema e de forma transparente aos usuários conectados naquele momento (Karen e Ulrich). Ao final do dia, quase à meia-noite, um intruso resolveu entrar no sistema como se fosse o administrador, porém não obteve sucesso em sua tentativa (linha 37).

Na ocorrência de alguma falha de sistema, como queda de energia, por exemplo, na próxima conexão ao servidor, é inicializado um processo de recuperação, conforme é

apresentado no seguinte arquivo de *log*, onde por opção, omitiu-se as informações de data e horário:

```
1. SOLID Server - v.02.20.0007 (Windows NT ix86)
2. (C) Copyright Solid Information Technology Ltd 1993-1997
3. Using license file C:\solid\solid.lic
4. License for SOLID Web Engine v2.x, Standard Edition
5. Runtime License for Windows NT ix86
6. Serial number: 0060002311
7. Maximum number of connections: 4
8. Server Extension
9. Licensed to:
10. Funcate
11. Romualdo Alves
12. Using configuration file C:\solid\solid.ini
13. Starting roll-forward recovery, please wait ...
14. Recovery of 1 transactions successfully completed
15. Listening of 'NmPipe SOLID' started.
16. Listening of 'ShMem SOLID' started.
17. Listening of 'TCP/IP 1313' started.
18. SOLID Server started at Fri Dec 26 12:03:32 1997
19. *** End of startup messages ***
20. User 'ROMUALDO' connected from a remote control, user id 0.
```

Neste *log* podemos nos certificar de que a recuperação automática para frente foi realizada com sucesso (linhas 13,14).

4.6 - INSTALAÇÃO DO SISTEMA

O processo envolve a instalação do aplicativo SAT-5 em si e a configuração do ODBC para uso do banco de dados remotamente.

O aplicativo pode ser facilmente instalado a partir do *SAT-5 InstallShield*, cuja tela inicial de boas-vindas é apresentada na Fig. 4-15. O programa instalador guia o usuário passo-a-passo durante o processo, ao final do que, cria-se um novo grupo no Windows NT com o programa executável denominado SAT5.EXE.

O produto completo ocupa três discos de instalação de 1,22 Mbytes, cada e a execução do *setup* do sistema pelo usuário é um processo simples:

1. Entrar no Windows NT
2. Clicar no Gerenciador de Arquivos;

3. Clicar no ícone do drive que contém o disco de distribuição, ou seja 'A:\';
4. Dar um clique duplo no arquivo SETUP.EXE.

Após a instalação, o usuário estará habilitado a desinstalar o sistema, através do ícone Uninstall.

Figura 4-15 - Programa de Instalação do SAT-5



Adicionalmente, a configuração do ODBC precisa ser realizada seguindo-se os seguintes passos:

1. Instalação do *driver* ODBC SOLID (no servidor e no cliente);
2. Criação de um novo *alias* denominado "BDTract1" (no servidor e no cliente), o qual é referenciado por cada uma das tabelas usadas no aplicativo SAT-5; e
3. Especificação do parâmetro *Data Source Name* - DSN (apenas no servidor) com "tcpip 150.163.40.36 1313", isto é, nome do protocolo, número IP da máquina onde

está instalado o servidor de banco de dados e número da porta de escuta a ser reservada para esta finalidade.

Capítulo 5 - O Servidor de Bancos de Dados

As principais características (em termos de portabilidade, padrões suportados, confiabilidade, escalabilidade, gerenciamento de transações e sincronização) do sistema gerenciador de bancos de dados adotado para o SAT-5, o SOLID Server, da *Solid Information Technology Ltd.*, são as seguintes:

- *Portabilidade*: Foi projetado para portabilidade ótima, suportando a maioria dos sistemas operacionais, redes e protocolos de comunicação. Os dados são armazenados no mesmo formato binário nas mais diversas plataformas. Uma API SQL facilita o desenvolvimento de aplicações portáteis. Todas essas características juntas viabilizam o desenvolvimento de soluções multi-plataforma.
- *Padrões*: Foi projetado em concordância com todos os padrões SQL relevantes: ANSI SQL2, Microsoft ODBC e SQL Access Group CLI.
- *Confiabilidade*: As características de confiabilidade incluem a administração *online* de todas as operações administrativas, como criação de *backups* e *checkpoints*, que podem ser feitos automaticamente ou por solicitação do administrador, concorrentemente com o uso normal do banco de dados. Os comandos podem ser temporizados. Para que ocorra uma recuperação eficiente em possíveis situações de erro, o SOLID Server provê um completo log das operações de banco de dados concluídas, viabilizando a recuperação em caso de falha no sistema deixando intactos os dados. Em caso de mal funcionamento do sistema, como falta de energia, automaticamente executa uma recuperação para frente (*roll-forward*). Isto significa que o banco de dados retorna ao estado em que se encontrava no momento da ocorrência do problema. Para garantir a integridade do banco de dados, todas as transações concluídas são lidas do log de transações. De uma única estação de trabalho pode-se administrar múltiplos servidores distribuídos rodando em plataformas heterogêneas. O SOLID Server oferece a conveniência de administração baseada em papéis funcionais. Assim, os usuários podem ser adicionados a mais de um papel, e privilégios podem ser concedidos ou revogados conforme a necessidade.

- *Escalabilidade*: Requer o mínimo de requisitos de *hardware* para bancos de dados pessoais, inclusive para soluções móveis (*notebook*), mantendo todas as características do produto, como gerenciamento avançado de transações, recuperação etc. Em configurações para servidores de *workgroup*, pode ser usado em vários ambientes de operação com base Intel. Permite eficientes operações de carga e indexação de grandes volumes de dados que são repetidamente movidos de um servidor na empresa para um outro servidor local, para análise mais completa. Muitas aplicações de *workgroups* estão rodando em redes locais, onde usualmente não há treino de pessoal da administração do banco de dados. Assim, a facilidade de uso do SOLID Server torna-se uma consideração importante. Finalmente, não há limites para o número de tabelas, atributos, registros e chaves. Suporta comprimento variável de dados e registros BLOB até 2 GB. O banco de dados pode ter um tamanho superior a 30 TB. Existem ferramentas para integração de computação móvel com as informações da empresa usando-se o paradigma de arquitetura cliente/servidor de três camadas. Adicionalmente, viabiliza soluções Intranet e Internet.
- *Gerenciamento de Transações*: Faz-se uma separação dos dados ativos daqueles mais antigos, mais estáveis. Estes dados ativos ficam em um índice ativo chamado *Bonsai Tree*, onde são armazenados os novos dados pela manutenção de múltiplas versões das informações pela dimensão do tempo. A maior parte dos dados é armazenada no servidor de armazenamento. Por causa da dimensão de tempo do *Bonsai Tree*, cada transação tem a sua própria visão consistente do banco de dados – isto torna desnecessário o bloqueio por *lock* e nenhum esforço precisa ser despendido com algoritmos de solução de *deadlock*. Quando uma transação executa uma operação de *commit*, verifica-se se operações conflitantes foram feitas na memória principal do *Bonsai Tree* por transações simultâneas. Esta é uma situação de controle de concorrência otimista. No entanto, existem situações de controle de concorrência pessimista, onde o bloqueio (*lock*) é mais apropriado. Por exemplo, em algumas aplicações existem pequenas áreas que são muito freqüentemente atualizadas. Nestes casos específicos, os conflitos são tão prováveis que o controle de concorrência otimista despenderia um grande esforço para desfazer as transações conflitantes. A operação de *lock* ocorre a nível de registro e pode ser acionada tabela por tabela,

individualmente. Assim, uma transação única pode usar tanto o método otimista como o pessimista, simultaneamente.

- *Sincronização*: Para soluções móveis e distribuídas, o módulo de sincronização responde a maioria das questões relativas à sincronização bidirecional de dados. O banco de dados *master* sempre contém a versão oficial dos dados. Para cada item, isto é, registro de uma tabela, pode haver apenas uma versão *master*. Todas as outras versões de um mesmo dado são réplicas. Uma réplica do banco de dados é um subconjunto do banco de dados *master*, podendo coincidir com o mesmo. Pela atualização dos dados na réplica, estes precisam ser atualizados mais tarde no banco de dados *master*. A sincronização do banco de dados é um processo após o qual o conteúdo do banco de dados *master* e réplica tornam-se iguais. Ocorre sempre entre dois bancos de dados, um *master* e uma réplica. A sincronização ocorre em duas partes: replicação de dados e propagação de transações. Uma publicação é um subconjunto de um banco de dados *master* que se propaga para as réplicas.

5.1 - HISTÓRICO TECNOLÓGICO DOS SISTEMAS DE BANCOS DE DADOS

Elmasri [8] apresenta uma interessante linha do tempo com relação aos sistemas de bancos de dados, desde o período anterior aos anos 1960s até os dias atuais. Nossa intenção é mostrar que o SOLID Server possui características dos sistemas mais modernos.

- *Antes de 1960*: Alguns eventos marcaram o início dos sistemas de bancos de dados. Em 1945 foram desenvolvidas as fitas magnéticas, que constituem o primeiro meio que permitia buscas de informações e que substituíram os cartões e fitas de papel. Em 1957, o primeiro computador comercial foi instalado (coincidindo com o ano do lançamento do primeiro satélite artificial, o *Sputnik*). Dois anos depois, McGee propôs a noção de acesso generalizado a dados armazenados eletronicamente.
- *Anos 1960s*: Bachman projetou o primeiro SGBD generalizado, o *Integrated Data Store* (IDS), largamente distribuído em 1964. Nesta época, os diagramas de estruturas de dados tornaram-se populares. Entre 1965 e 1970, inúmeros fabricantes desenvolveram sistemas generalizados de gerenciamento de arquivos. A IBM desenvolveu o *Information Management Systems* (IMS), constituindo-se a base para

o modelo hierárquico de dados, o qual evoluiu para o IMS DB/DC, um sistema de larga escala de comunicação de dados e de bancos de dados que suportava visões de rede nos topos da estrutura hierárquica.

- *Anos 1970s*: Foram marcados pelo rápido crescimento da tecnologia de bancos de dados, surgindo várias propostas para sistemas comerciais e integrados, vários projetos de pesquisas e as linguagens de consultas a bancos de dados, como SQUARE, SEQUEL (SQL), QBE e QUEL. Em 1970, Ted Codd desenvolveu o modelo relacional. No ano seguinte, surgiu o CODASYL Database Task Group Report. Em 1975, ocorreu a primeira conferência internacional da ACM *Special Interest Group on Management of Data* (SIGMOD), proporcionando um fórum de disseminação de pesquisas em bancos de dados. Neste mesmo ano, ocorreu uma outra conferência internacional sobre bancos de dados muito extensos, organizado pela *Very Large Data Base Foundation* (VLDB). Em 1976, Chen introduziu o modelo de Entidades-Relacionamentos (ER).
- *Anos 1980s*: Tivemos o desenvolvimento dos SGBDs para computadores pessoais, como DBASE, PARADOX etc., que permitiram aos usuários a definição e manipulação dos dados. A tendência para aqueles anos eram os sistemas especialistas de bancos de dados e os SGBDs orientados a objetos, além da arquitetura cliente/servidor para bancos de dados distribuídos. Em 1983, surgiram os bancos de dados relacionais comerciais, como DB2, ORACLE, SYBASE e INFORMIX. Em 1985, foi publicada uma preliminar do padrão ANSI SQL.
- *Anos 1990s*: Estamos presenciando uma demanda por adaptações nos SGBDs, que vão de encontro a novas aplicações que tratam de dados espaciais, temporais e multimídia, incorporando capacidades ativas e dedutivas. Também, a demanda é para o desenvolvimento de aplicações que utilizam dados de diferentes fontes, como sistemas heterogêneos e bancos de dados múltiplos. Estão emergindo os SGBDs comerciais orientados a objetos e o processamento paralelo massivo (MPP) que aumenta a performance dos SGBDs comerciais.

Mesmo nos dias atuais, muitos bancos de dados têm suas raízes tecnológicas em sistemas que datam do início dos anos 1980s ou até mesmo dos anos 1970s, os quais foram projetados para grandes corporações com sistemas únicos e centralizados. Eram

softwares feitos sob medida para soluções proprietárias. O SOLID Server é um servidor de bancos de dados caracterizado pelo que há de mais moderno em sistemas de bancos de dados, considerando-se aspectos relacionados a recursos humanos, requisitos industriais, qualidade e demanda de software, mobilidade etc.

A nível de recursos humanos, os administradores de bancos de dados precisavam de um treinamento altamente especializado para a manutenção desses complexos sistemas centralizados. Assim, os produtos predominantes no mercado eram complexos, massivos e de administração dispendiosa.

Os novos requisitos industriais passaram a exigir uma maior facilidade de distribuição de software em grandes volumes e de uma administração simples e invisível ao usuário final. Primeiramente, os PCs estabeleceram um mercado de produção em massa de software de produtividade pessoal como processadores de textos, planilhas e pacotes gráficos. As redes LAN e WAN, além da Internet, surgiram logo, conectando aqueles novos equipamentos de baixo custo.

Hoje, a demanda do mercado é de softwares de alta qualidade e soluções multiusuário. Adicionalmente, existem os requisitos de suporte a padrões e às principais plataformas de sistemas operacionais, ou seja, o crescimento das empresas deve ser acompanhado dinamicamente pelos sistemas de bancos de dados. Isto pode ser viabilizado por proporcionar-se ao usuário a liberdade de escolha de sua plataforma e da possibilidade de desenvolvimento gradual pela substituição de componentes antigos por novas ferramentas e tecnologia.

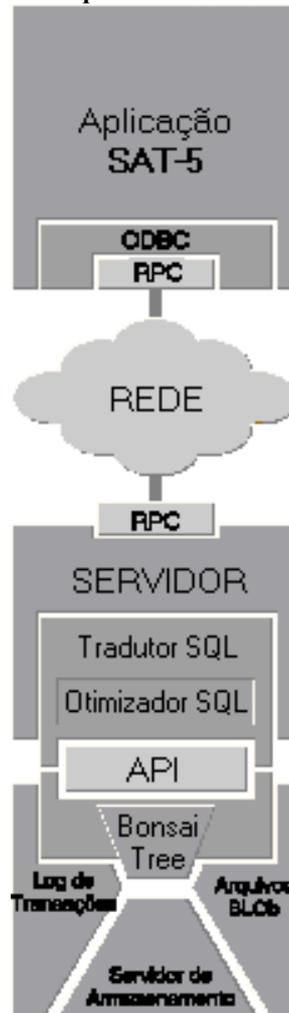
Um requisito especial diz respeito à computação móvel, oferecendo à organização, independência de lugar e de tempo. Isto só foi proporcionado graças ao avanço nas telecomunicações e pelo surgimento dos notebooks, laptops e PCs de mão. Para serem viáveis, as soluções móveis precisam atender a duas exigências básicas: primeiramente, devem ser capazes de operar off-line e, em segundo lugar, devem proporcionar a sincronização dos seus dados com o sistema principal. Assim, faz-se necessário garantir a integridade dos dados para dados de missões críticas.

O futuro aponta para componentes de bancos de dados abertos e flexíveis que combinam robustez com simplicidade de manutenção.

5.2 - ARQUITETURA DO SOLID SERVER

Os principais componentes da arquitetura do SOLID Server [28] são as interfaces de programação, os serviços de rede, o otimizador SQL e o mecanismo do banco de dados, conforme apresentados na figura 5-1 e descritos nos tópicos a seguir.

Figura 5-1 Arquitetura do SOLID Server



5.2.1 - Interfaces para Programação de Aplicativos (API)

A *Application Programming Interface* (API) do SOLID SQL baseia-se na especificação do *SQL Access Group*. Suporta drivers ODBC nativos para 16 e 32-bit.

Aplicações clientes que usam o *Open Database Connectivity* (ODBC) acessam o banco de dados através de uma interface ODBC. Daí, o banco de dados pode ser selecionado dinamicamente em tempo de execução.

5.2.1.1 - Ferramentas de Desenvolvimento de Aplicações

Dois critérios para a seleção de um ambiente de desenvolvimento de aplicações para o SAT-5 foram a portabilidade da aplicação e a produtividade de programação. Dando-se maior ênfase à produtividade de programação, uma ferramenta 4GL é mais adequada, eliminando-se as preocupações com os detalhes da API SQL. Existem diversas ferramentas de desenvolvimento que permitem a criação de interfaces gráficas e acessam bancos de dados através de ODBC, JDBC e outras interfaces padrões. Já, quando o máximo de portabilidade é a principal preocupação, a escolha mais evidente é o uso da linguagem de programação C com chamadas diretas às funções.

A API do SOLID SQL pode ser usada com linguagens de programação que suportam a passagem de parâmetros estilo linguagem C. Adicionalmente, drivers nativos ou interfaces estão disponíveis para determinados ambientes 4GL e ferramentas de desenvolvimento de aplicações Web. No caso do SAT-5, a opção escolhida foi pelo ambiente de programação Borland Delphi 3, conforme descrito no item 4.3.

5.2.1.2 - Driver ODBC

Para que se possa usar uma aplicação ODBC, é necessário instalar o SOLID ODBC Driver na máquina cliente e introduzir o *Data Source Name* - DSN (nome da fonte de dados) para ele.

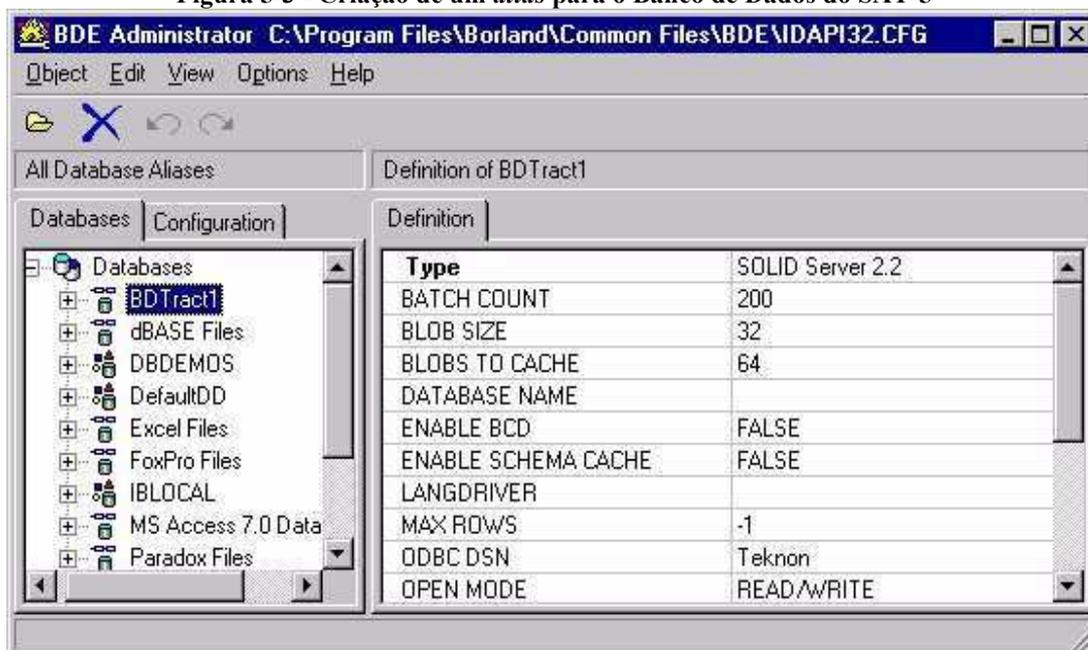
Para o SAT-5, foi criado um DSN denominado “*Teknon*” e um *alias* para o banco de dados, definido como “*BDTract1*”, conforme apresentado respectivamente nas figuras 5-2 e 5-3.

Uma vez criado o *alias* (“*BDTract1*”) para o banco de dados do tipo de interface para o SOLID Server (“*Teknon*”), cada tabela da aplicação em Delphi 3 tem uma associação com este *alias*. Assim, todas as operações sobre as tabelas são tratadas de forma invisível ao usuário, ou seja, o ODBC Driver roteia as requisições ao servidor de banco de dados correspondente ao nome de fonte de dados selecionado. O protocolo utilizado está especificado no parâmetro *Network Name*, definido como TCP/IP, juntamente com o endereço IP do servidor, que é 150.163.40.36 e a porta de escuta, estabelecida como sendo a 1313.

Figura 5-2 - Criação do Driver ODBC para o SAT-5



Figura 5-3 - Criação de um *alias* para o Banco de Dados do SAT-5

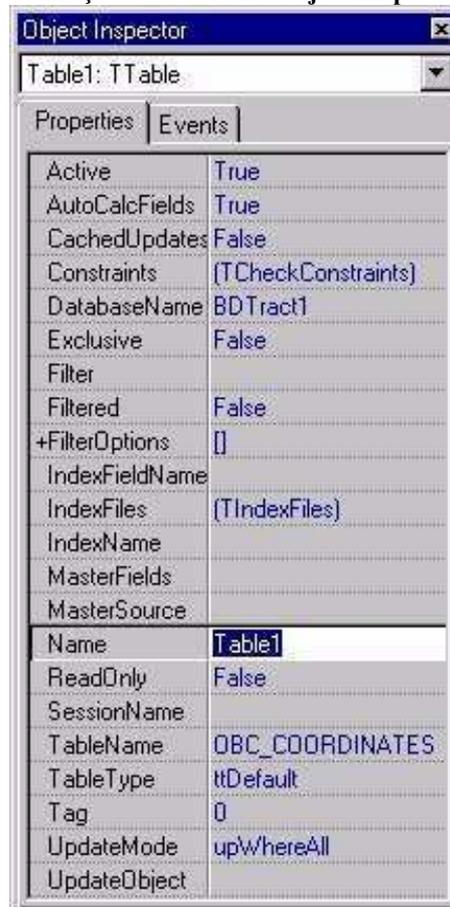


A Figura 5-4 mostra a definição de uma das tabelas do SAT-5, referente às coordenadas do computador de bordo (OBC-Coordinates) em um módulo de dados, através do Object Inspector do Delphi 3, o qual faz referência ao “BDTract1”, como todas as demais tabelas do SAT-5.

O ODBC SOLID Driver não exige qualquer outra intervenção de camadas de software. Isso poderia causar lentidão nas transações, afetando consideravelmente o desempenho do sistema. A performance proporcionada pelo *driver* é a melhor possível

dentro das especificações estabelecidas para o padrão ODBC de conexão de banco de dados.

Figura 5-4 - Definição de tabela no Object Inspector do Delphi 3



5.2.1.3 - O padrão ANSI SQL

A sintaxe SQL usada no SOLID Server baseia-se no padrão ANSI X3.135-1989 Nível 2 e extensões ANSI X3.135-1992(SQL2).

Os comandos SQL do SOLID Server são apresentados no Apêndice V.

O SQL Server suporta o processamento dinâmico de SQL, isto é, permite que as *queries* sejam construídas em tempo de execução.

O SQL2 é definido em três níveis: Nível de Entrada; Nível Intermediário; e SQL Completo. O SOLID Server suporta todos os tipos de dados especificados no padrão SQL2, no Nível de Entrada, bem como alguns do Nível Intermediário. Alguns tipos de

dados permitem a definição e alteração de parâmetros como comprimento, escala e precisão.

A nível de dados, outras características são a verificação de integridade lógica de dados, integridade referencial declarativa, suporte a funções de conversão de dados, etc.

5.2.1.4 - O Componente Ativo do Solid Server

Segundo Widom e Ceri [31], os bancos de dados ativos estão encontrando o seu caminho dentro dos mais populares SGBDs comerciais e, certamente, tornar-se-ão um dos componentes centrais da próxima geração de banco de dados e das aplicações emergentes.

O SOLID Server segue esta tendência, possibilitando atribuir ao banco de dados algumas funções que seriam da aplicação. Em outras palavras, dá suporte a algumas das principais características dos bancos de dados ativos. Isso é possível por causa das *Stored Procedures* (ou procedimentos armazenados), que são simples programas, ou procedimentos, que são executados no servidor; do recurso de consistência forçada (ou, simplesmente, *constraints*), onde ocorre que um determinado registro só poderá ser atualizado caso a expressão *constraint* de determinado atributo daquele registro seja satisfeita, impedindo a atualização e gerando uma mensagem de erro procedente do servidor de banco de dados, em caso contrário; do sequenciador de objetos, usado para criar sequências numéricas para identificadores primários que serão armazenados no banco de dados; e alertas a eventos, usados para sinalizar a ocorrência de um evento no banco de dados.

O usuário pode criar um procedimento armazenado que contenha vários comandos SQL ou uma transação completa e executá-la em uma chamada única, atomicamente. Os procedimentos podem ter vários parâmetros de entrada e retornar uma ou várias colunas no resultado, dependendo da forma como os parâmetros de saída foram previamente especificados [28].

A sintaxe dos procedimentos armazenados segue as especificações do padrão SQL3. No corpo do procedimento podem existir comandos de controle (como declaração de variáveis, atribuição de valores a variáveis, *loops*, e expressões condicionais) e comandos SQL.

Os procedimentos armazenados podem trazer algumas vantagens consideráveis, como: reduzir dramaticamente a sobrecarga em ambientes com pequena largura de banda; oferecer um alto nível de abstração, melhor encapsulamento, e permitir um controle estrito de privilégios de usuários em operações sobre o banco de dados.

Dentre as inúmeras funcionalidades dos bancos de dados ativos, Widom e Ceri [31] citam os mecanismos de verificação de integridade dos dados, visões e derivação de dados, autorização, formação de estatísticas, monitoração e sinalização de mensagens de alerta, bases de conhecimento e sistemas especialistas, fluxo de gerenciamento etc. A ocorrência de um evento sob determinadas condições pode gerar uma ação de disparo de mensagens de alerta, ou seja, sinalizar um evento no banco de dados. Não cabe à aplicação preocupar-se com isso, pois os procedimentos armazenados no banco de dados podem fazê-lo automaticamente. Assim, um procedimento armazenado pode esperar até que um evento específico ocorra e responder a ele. Um banco de dados ativo cujo disparo é simplesmente uma ação de notificação pode ser chamado de vigilante, caracterizado por especificar que certas ações devem ser invocadas sempre que determinadas condições forem detectadas.

Quando uma aplicação chama um procedimento armazenado que espera que um evento específico ocorra, a mesma fica bloqueada até que o evento seja gerado, o que seria um grave problema em ambientes que não permitem multiprocessamento. A solução mais interessante é o recurso *multithread*. Os threads são objetos que obtêm o tempo da CPU (time slice), o qual não é concedido a programas ou processos, mas a eles, que, por sua vez, são inicializados por um processo. Assim, no mínimo, temos um *thread* para cada processo. O Windows NT permite que um único processo inicializa diversos *threads*, os quais podem ser usados separadamente para acessar o banco de dados durante a espera do evento, evitando assim, bloqueios indesejáveis.

O Delphi 3 tem o componente TStoredProc para a implementação dos procedimentos armazenados, porém, usa funções que não são suportadas no SOLID ODBC Driver. Um outro componente, o TQuery, pode ser usado como substituto.

O módulo de dados DataMod_Norad da aplicação SAT-5 possui *queries* definidas especificamente com o objetivo de criar procedimentos armazenados diretamente no

servidor de banco de dados. A seguir temos o procedimento `check_norad`, que exerce a função de vigilante:

```
1. "create procedure check_norad
2. returns (msg varchar)
3. begin
4.     wait event
5.         when alert1 begin
6.             msg := 'Vigilante';
7.             return;
8.         end event
9.     end wait
10.end"
```

O procedimento `ativa_norad`, a seguir, é utilizado para gerar um evento:

```
1. "create procedure ativa_norad
2. returns (cnt integer)
3. begin
4.     exec sql prepare c1 select count(*) from NORAD;
5.     exec sql execute c1 into (cnt);
6.     exec sql fetch c1;
7.     if (cnt > 0) then
8.         post event alert1;
9.     end if
10.end"
```

A chamada a estes procedimentos é realizada automaticamente quando a *query* associada é aberta pelo cliente. Assim, temos uma chamada para `ativa_norad`:

```
1. call ativa_norad
```

E, uma chamada para `check_norad`:

```
1. call check_norad
```

Cada uma destas chamadas deve ser realizada por um *thread* diferente, de forma que possam ocorrer concorrentemente.

5.2.2 - Serviços de Rede

O SOLID Server funciona adequadamente na maioria dos tipos de redes e suporta todos os principais protocolos de comunicação. Inclusive, múltiplos protocolos podem ser

usados simultaneamente de tal forma a permitir o desenvolvimento de aplicações distribuídas para uso em ambientes de computação heterogêneos.

Quando um servidor é inicializado, este inicia a *escuta* a um ou mais protocolos com nomes de redes que o distinguem na rede. Uma aplicação cliente usa um nome de rede similar para especificar que protocolo usar e a que servidor se conectar. A operação dos serviços de rede é completamente invisível aos desenvolvedores de aplicações.

Em um sistema distribuído, muitos clientes podem requisitar um servidor para executar múltiplas operações ao mesmo tempo. Em sua configuração inicial, o SAT-5 dispõe de quatro licenças do software SOLID Server, o que significa que até quatro clientes podem usar concorrentemente o servidor de bancos de dados via protocolo TCP/IP e, também, um número ilimitado de clientes via *World Wide Web*.

Os serviços de rede fazem uso de um sistema inteligente de “bufeização”, configurável pelo administrador. Adicionalmente, provê ferramentas de análise e diagnóstico de redes, para investigar problemas de performance ou resolver situações de erro. A sua arquitetura baseia-se no paradigma de *Remote Procedure Calls* - RPC, ou chamada a procedimentos remotos, idealizado em 1984 por Birrel e Nelson, e que, segundo Tanenbaum [29], resumidamente ocorre da seguinte maneira:

“Quando um processo na máquina A chama um procedimento na máquina B, o processo chamador em A fica suspenso e a execução do procedimento chamado começa em B. As informações podem ser transportadas do chamador para o chamado através de parâmetros e pode voltar no resultado do procedimento. Nenhuma mensagem passada ou de entrada/saída é visível ao programador.” (p. 418)

Isto é exatamente o que ocorre no SOLID Server. Quando a aplicação cliente SAT-5 (processo A) envia uma requisição ao servidor de banco de dados (procedimento em B), isto aparenta uma chamada a uma função local (em A).

5.2.3 - Tradutor e Otimizador SQL

A tarefa básica do tradutor SQL no servidor de banco de dados é reconhecer os comandos SQL submetidos pelas aplicações clientes e determinar o caminho para recuperar e armazenar os dados de acordo com estes comandos. A tarefa do otimizador

é assegurar que a execução dos comandos será feita eficientemente. Assim, podemos dizer que o tradutor está relacionado com a eficácia e o otimizador, com a eficiência.

De acordo com Casanova e Moura [3], dentre os requisitos funcionais de um SGBD distribuído a otimização automática é realizada através de um processo de seleção dos caminhos de menor custo para acessar os dados. Sem um otimizador, o uso de interfaces de alto nível estaria seriamente comprometido, uma vez que somente os especialistas em bancos de dados estariam aptos a montar consultas eficientes, pois ao invés de preocuparem-se apenas com *o que* recuperar no banco de dados, deveriam sempre indicar *como* fazê-lo.

O otimizador do SOLID SQL garante que mesmo as consultas mais complexas são executadas eficientemente. As informações sobre tamanho de tabelas, número de registros em tabelas, índices disponíveis e distribuição estatística dos valores dos índices são mantidas pelo sistema, automaticamente. Pode ser baseado em regras, quando determina o caminho mais adequado para executar um comando SQL, usando regras pré-programadas; ou baseado em custos, quando determina o menor caminho para a obtenção dos resultados, pela análise do conteúdo do banco de dados e/ou das informações estatísticas que são atualizadas automaticamente.

5.2.4 - Resumo do Funcionamento do Solid Server

O mecanismo do SOLID Server foi projetado e implementado para prover a melhor performance possível, usando os serviços e recursos do sistema operacional eficientemente. Este mecanismo realiza o armazenamento e a recuperação dos dados nos arquivos do banco de dados, proporcionando uma arquitetura *multithread* e o processamento paralelo; o gerenciamento inteligente de transações a nível de colunas; o controle de concorrência combinando o método pessimista com o otimista; o multiversãoamento, oferecendo uma visão consistente dos dados, sem bloqueio; a recuperação automática *roll-forward*; a sincronização inteligente de transações para soluções móveis; pouco uso de memória (abaixo de 300 Kb de RAM) etc.

Capítulo 6 - O Banco de Dados TRACT

As aplicações de tecnologia de bancos de dados estão em contínua expansão. Alguns tipos de bancos de dados modernos e suas tecnologias associadas que estão correntemente em desenvolvimento são apresentadas por Elmasri e Navathe [8], incluindo os bancos de dados ativos, bancos de dados multimídia, bancos de dados científicos e estatísticos, e bancos de dados espaciais e temporais.

O modelo de banco de dados do SAT-5 enquadra-se na maior parte das características que o classificam como moderno ou avançado: tem abordagem Temporal; segue o modelo Relacional; é Ativo; Científico e possui ferramentas de armazenamento e recuperação Textual, denominando-se TRACT.

A seguir, descreveremos detalhadamente cada uma destas características e, por fim, apresentaremos um módulo de interface do banco de dados com a Internet, para consultas básicas via páginas Web.

6.1 - MODELAGEM

A abordagem relacional⁶ representa uma visão relacional dos dados e está baseada na observação de que arquivos que obedecem a certas limitações podem ser considerados como relações matemáticas e conseqüentemente a teoria elementar de relações pode ser usada para lidar com vários problemas práticos com os dados desses arquivos (álgebra relacional) [6].

Utiliza-se o conceito de tabelas, linhas e colunas constituindo-se uma forma natural de apresentar informações em registros com chaves primárias, chaves secundárias, chaves estrangeiras e atributos simples, os quais podem ter a garantia da integridade referencial.

A modelagem de dados relacional, apesar de não ser totalmente desprovida de significado, é pobre para representar um modelo adequado. Como tentativa de refletir

⁶ O trabalho de E. F. Codd intitulado “*A Relational Data Model of Data for Large Shared Data Banks*” publicado em junho de 1970 na CACM 13, nro. 6 é o artigo original com respeito a abordagem relacional, o qual disparou a maioria das atividades subseqüentes no campo. O artigo contém uma explanação sobre a estrutura relacional, definição sobre algumas operações da álgebra relacional e uma discussão sobre redundância e consistência.

mais da estrutura do mundo real e da representação do significado do que os modelos básicos, temos a modelagem semântica. Date [5] define quatro conceitos semânticos principais, a saber:

- *Entidade*: Um objeto distinguível que supostamente pode ser categorizada em tipos.
- *Propriedade*: Uma informação que descreve uma entidade.
- *Associação*: Um relacionamento que estabelece ligação entre entidades.
- *Subtipo*: Um tipo de entidade X é um subtipo do tipo de entidade Y se, e somente se, toda entidade do tipo X for necessariamente também do tipo Y.

Cougo [4] expõe que os graus de relacionamento possíveis entre as entidades são 1:1 (um para um); 1:N (um para muitos); e M:N (muitos para muitos).

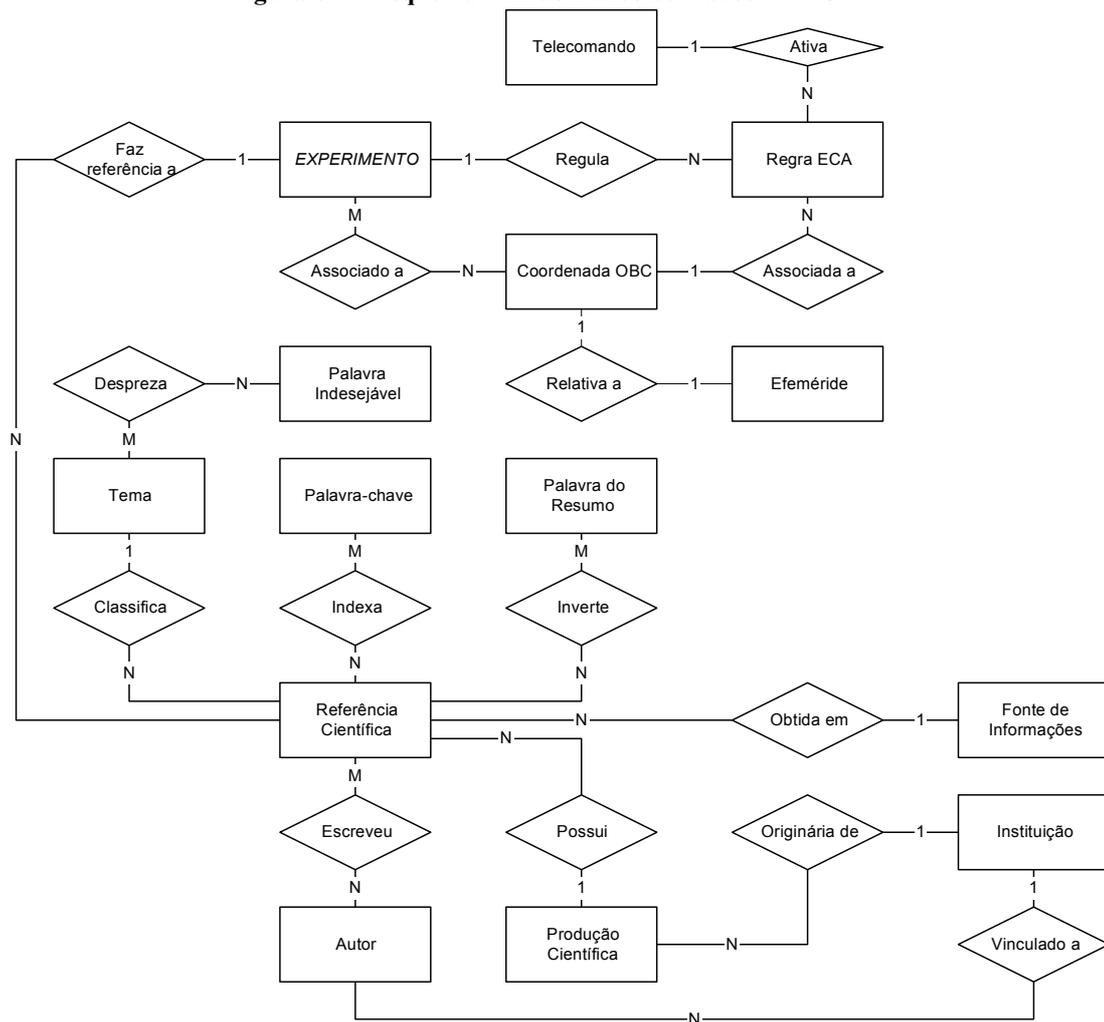
Um relacionamento de grau 1:1 denota que um elemento do tipo A só se relaciona com um elemento do tipo B e que, também, um elemento do tipo B, só se relaciona com um elemento do tipo A. Em um relacionamento de grau 1:N, um elemento do conjunto A pode se relacionar com vários elementos, sendo que o contrário não é possível. Em um relacionamento de grau M:N, teoricamente não há restrição quanto às possíveis ligações a serem estabelecidas entre os conjuntos A e B. Por definição, um elemento qualquer de um conjunto A pode se associar a vários elementos do conjunto B. Por sua vez, um elemento qualquer do conjunto B pode se associar a vários elementos do conjunto A.

A abordagem entidade-relacionamento⁷ (E-R) reflete esta preocupação com a semântica dos dados. Para o banco de dados TRACT temos o esquema E-R ilustrado na Fig. 6-1.

Podemos realizar algumas leituras de cardinalidade no modelo E-R do banco de dados TRACT, uma vez que temos definido os graus de relacionamento entre as entidades, como por exemplo:

⁷ O termo “entidade-relacionamento” deriva de um trabalho de Chen, intitulado “*The Entity-Relationship Model - Toward a Unified Data*”, publicado em março do 1976, nos Proc. 1975 ACM TODS 1, nro. 1.

Figura 6-1 - Esquema E-R do Banco de Dados TRACT



- Um experimento pode estar associado a várias coordenadas OBC; uma coordenada OBC pode estar associada a vários experimentos. (M:N)
- Uma referência científica faz referência a um experimento; um experimento pode ser referenciado por várias referências científicas. (1:N)
- Um tema despreza várias palavras insignificantes na indexação; uma palavra insignificante pode ser desprezada por vários experimentos. (M:N)
- Um tema classifica várias referências científicas; uma referência científica pode ser classificada por apenas um tema. (1:N)
- Uma referência científica pode ser obtida em apenas uma fonte de informações; pode-se obter várias referências científicas em uma fonte de informações. (1:N)

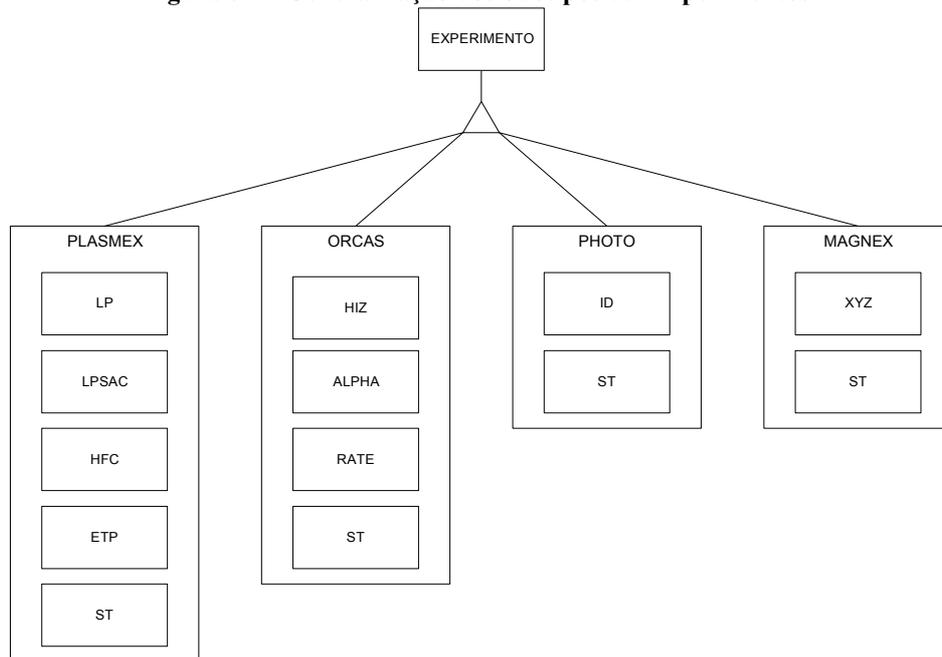
- f) Uma referência científica inverte várias palavras do texto resumo; uma palavra do texto resumo pode ser invertida por várias referências científicas. (M:N)
- g) Uma regra ECA regula um experimento; um experimento pode ser regulado por várias regras ECA; (1:N)
- h) Uma regra ECA ativa um telecomando; um telecomando pode ser ativado por várias regras ECA. (1:N)
- i) Uma regra ECA está associada a uma coordenada OBC; uma coordenada OBC pode ser associada a várias regras ECA. (1:N)
- j) Um autor pode estar vinculado a uma instituição; uma instituição pode ser o vínculo empregatício de vários autores. (1:N)
- k) Uma efeméride é relativa a uma coordenada OBC e vice-versa (1:1).

Neste modelo a entidade dos experimentos, EXPERIMENTO, é uma generalização dos subtipos de entidade PLASMEX, ORCAS, PHOTO e MAGNEX. Esta generalização é apresentada na Fig. 6-2 e usa a combinação de notações proposta por Cougo [4], onde temos uma agregação específica para cada um dos quatro experimentos.

No tipo de entidade PLASMEX temos cinco componentes, as quais são descritas a seguir:

- *LP: Langmuir Probe* - componente de corrente contínua (DC) do sinal.
- *LPSAC: Langmuir Probe* - componente de corrente alternada (AC) do sinal que tem a medição do perfil da densidade do elétron e da distribuição espectral das irregularidades do plasma.
- *HFC: High Frequency Capacitance Probe* - menor sinal de frequência LSB ou os quatro sinais de frequência MSB para monitorar a performance da sonda HFC. As medidas usam um sistema de pulso contínuo.
- *ETP: Electron Temperature Probe* - sinal casado e amplificado da temperatura dos elétrons, para medição do potencial do plasma.
- *ST: Status*.

Figura 6-2 - Generalização dos Subtipos de ‘Experimentos’

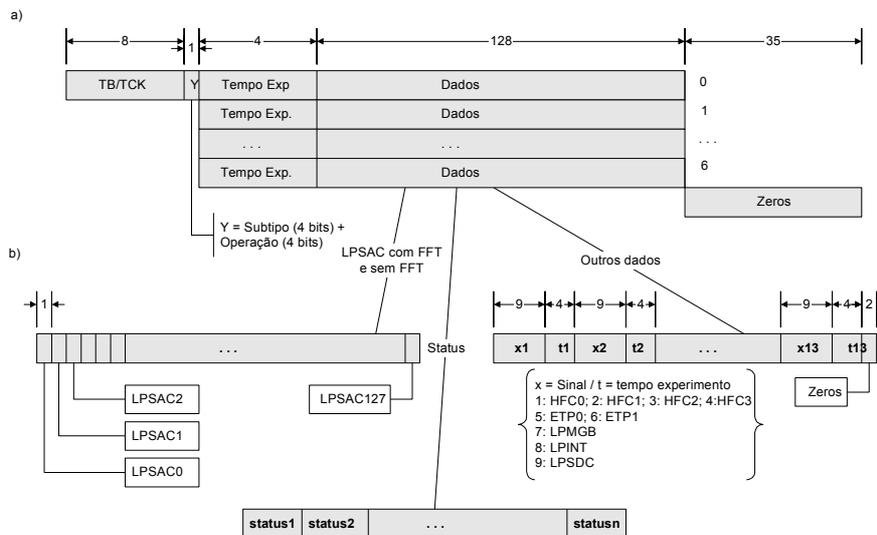


O pacote de dados do PLASMEX enviado do OBC para a estação solo é montado seguindo-se o formato apresentado na Fig. 6-3.

O pacote tem o tamanho fixo de 968 bytes: $[8+1+(4+128)*7+35]$ bytes. Na parte (a) da Fig. 6-3, temos o formato geral do pacote. Na parte (b), temos a descrição do campo ‘Dados’, o qual pode ser de quatro subtipos:

- Subtipo 0011 = LPSAC com FFT;
- Subtipo 1100 = LPSAC sem FFT;
- Subtipo 1000 = Outros sinais (HFC, ETP, LPINT, LPSDC e LPMGB); e
- Subtipo 0000 = Status.

Figura 6-3 - Pacote de Telemetria dos Dados do PLASMEX



O subtipo ORCAS consiste de dois telescópios, um para monitorar Alphas e Íons e outro para a contagem de prótons e elétrons. Os dados adquiridos foram modelados para as seguintes entidades:

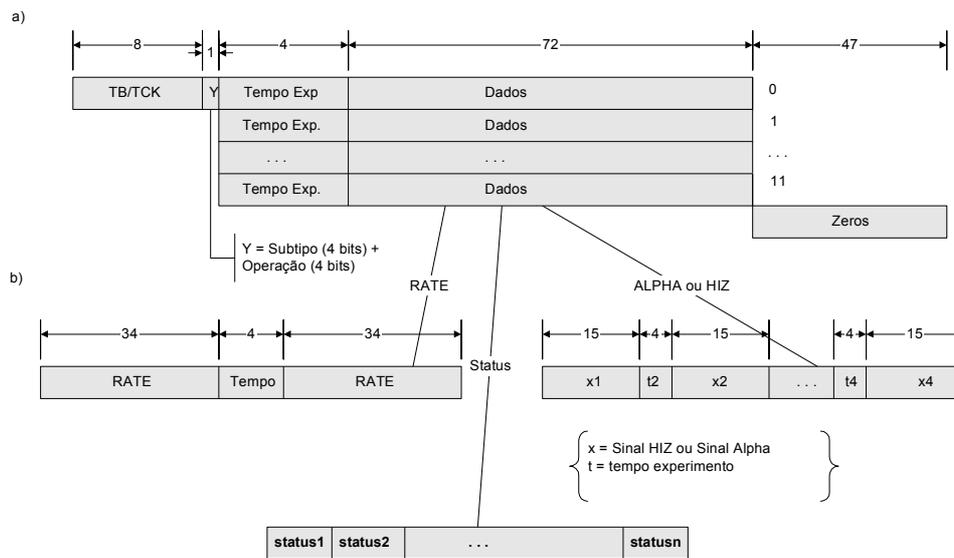
- *HIZ*
- *ALPHA*
- *RATE*
- *ST: status.*

O pacote de dados do ORCAS enviado do OBC para a estação solo é montado seguindo-se o formato apresentado na Fig. 6-4.

O pacote tem o tamanho fixo de 968 bytes: $[8+1+(4+72)*12+47]$ bytes. Na parte (a) da Fig. 6-4, temos o formato geral do pacote. Na parte (b), temos a descrição do campo 'Dados', o qual pode ser de quatro subtipos:

- Subtipo 0011 = dados RATE;
- Subtipo 1100 = dados HIZ;
- Subtipo 1000 = dados ALPHA; e
- Subtipo 0000 = Status.

Figura 6-4 - Pacote de Telemetria dos Dados do ORCAS



Os dados adquiridos pelo experimento PHOTO foram modelados para as seguintes entidades deste subtipo:

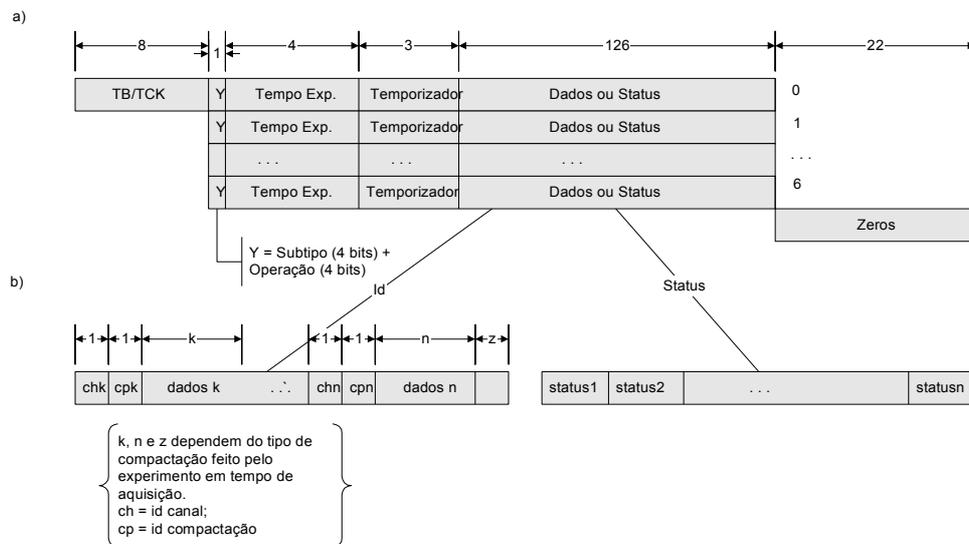
- *ID*
- *ST: status.*

O pacote de dados do PHOTO enviado do OBC para a estação solo é montado seguindo-se o formato apresentado na Fig. 6-5.

O pacote tem o tamanho fixo de 968 bytes: $[8+(1+4+3+126)*7+22]$ bytes. Na parte (a) da Fig. 6-5, temos o formato geral do pacote. Na parte (b), temos a descrição do campo 'Dados', o qual pode ser de quatro subtipos:

- Subtipo 0001 = dados do SENSOR;
- Subtipo 0010 = dados CALOPEN;
- Subtipo 0011 = dados CALCLOSE; e
- Subtipo 0000 = Status.

Figura 6-5 - Pacote de Telemetria dos Dados do PHOTO



Os dados adquiridos pelo experimento MAGNEX foram modelados para as seguintes entidades deste subtipo:

- *XYZ*: componentes ortogonais (x , y e z) do campo geomagnético.
- *ST*: *status*.

O pacote de dados do MAGNEX enviado do OBC para a estação solo é montado seguindo-se o formato apresentado na Fig. 6-6.

O pacote tem o tamanho fixo de 968 bytes: $[8+(1+4+30)*27+15]$ bytes. Na parte (a) da Fig. 6-6, temos o formato geral do pacote. Na parte (b), temos a descrição do campo 'Dados', o qual pode ser de dois subtipos:

- Subtipo 0001 = dados XYZ; e
- Subtipo 0000 = Status.

O banco de dados TRACT possui várias tabelas armazenadas no servidor SOLID Server, as quais foram estruturadas através do *Database Desktop* da *Borland*, conforme ilustra a Fig. 6-7, onde temos, a título de exemplo, a definição da entidade SCIENTIFIC_REFERENCE.

Figura 6-6 - Pacote de Telemetria dos Dados do MAGNEX

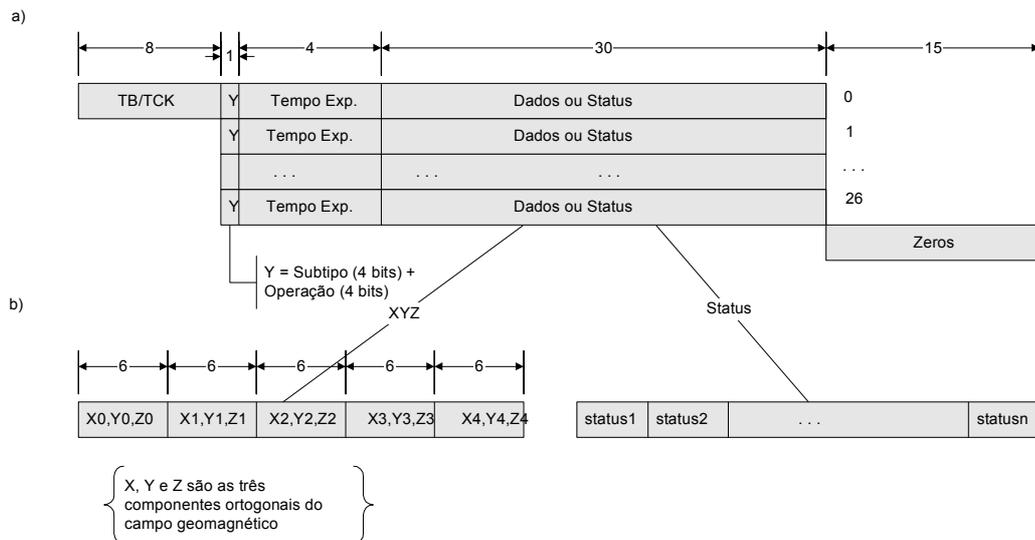
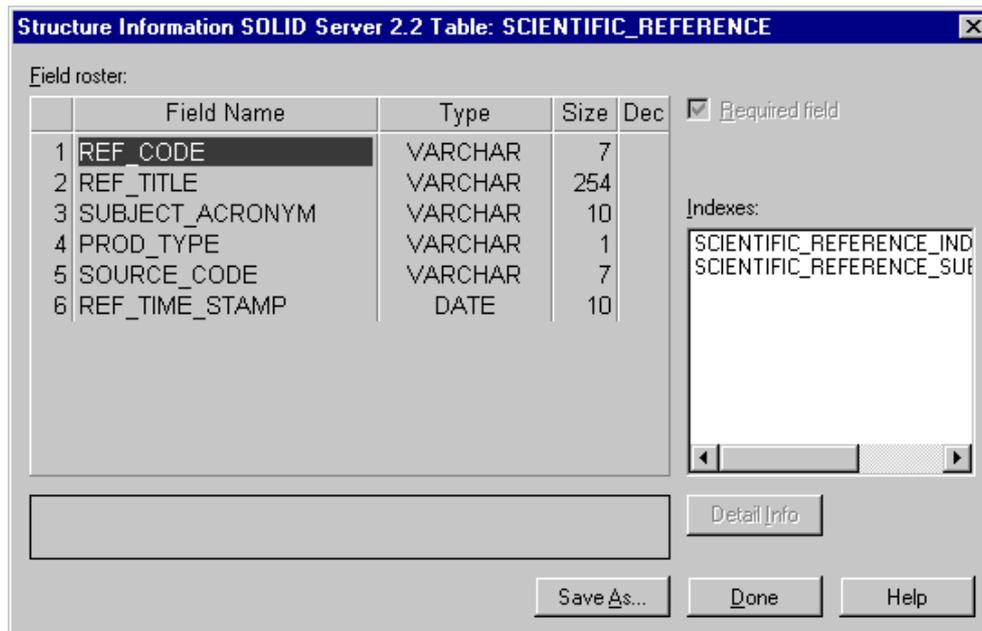


Figura 6-7 - Exemplo de Definição de Tabelas, via Borland Database Desktop



A descrição das tabelas do sistema, de acordo com o modelo do banco de dados para o SAT-5, está relacionada na Tab. 6-1. Nesta tabela, temos o nome das entidades ou relacionamentos, o nome dos seus atributos e uma breve descrição de cada um deles. Vale ressaltar que os campos assinalados com ‘*’ são as chaves das tabelas, que podem ser únicas ou compostas. A indicação de chaves-estrangeiras é por meio do caracter #.

A conversão do esquema E-R para o modelo relacional produziu tabelas que representam as entidades e relacionamentos do modelo, estes últimos, com ou sem

atributos específicos. A título de exemplo, temos a tabela ‘Referência Científica’, composta pela chave primária ‘Código de Referência’, um atributo denominado ‘Título’, cinco chaves estrangeiras e a data de transação. Também, podemos citar o relacionamento ‘Referência-Fonte’, que além das chaves das tabelas que compõem o relacionamento (‘Referência Científica’ e ‘Fonte de Informações’), possui atributos peculiares ao relacionamento em si, a saber, ‘Volume’ e ‘Número’.

Tabela 6-1 - Descrição das tabelas do banco de dados TRACT

Tabela	Atributo	Descrição
<i>Scientific_Reference</i>	Código da Referência*	Código automático para a referência científica.
	Título	Título da referência.
	Tema #	Chave estrangeira - tema
	Tipo Produção Científica #	Chave estrangeira - tipo de produção
	Código da Fonte de Informações #	Chave estrangeira - fonte de informações
	Código do Autor #	Chave estrangeira - autor
	Código da Instituição #	Chave estrangeira - instituição
	Data de Inclusão	Data de inclusão do registro
<i>Author</i>	Código do Autor*	Identificação do autor da referência
	Nome	Nome do autor
	E-mail	E-mail do autor
	Código da Instituição #	Chave estrangeira - instituição
<i>Scientific_Prod</i>	Tipo da Produção Científica*	Tipo da produção científica
	Edição*	Edição
	Data	Ano de publicação
	Instituição #	Chave estrangeira - instituição
	ISBN	Código internacional da publicação - ISBN
<i>Subject</i>	Sigla do Tema*	Sigla do tema
	Descrição	Descrição do tema
<i>Noise_Words</i>	Sigla do Tema*	Chave estrangeira - tema
	Palavra Insignificante*	Palavra não significativa no contexto
<i>Code_file</i>	Ano*	Ano de cadastramento da referência científica
	Último sequencial	Último sequencial gerado
<i>Abstract</i>	Arquivo Texto*	Nome do arquivo com o texto resumo
	Caminho	Diretório do arquivo
<i>Keywords</i>	Código da Referência*	Código da referência
	Palavra-Chave*	Palavra-chave
<i>Abstract-Words</i>	Palavra*	Palavra indexada no texto resumo
	Código da Referência*	Código da referência
	Arquivo-Texto*	Nome do arquivo com o texto resumo
<i>Source</i>	Código da Fonte de Informações*	Código da fonte de informações
	Descrição	Descrição da fonte de informações

<i>Source_Reference</i>	Código da Referência* Código da Fonte de Informações* Volume Número	Código da referência Chave estrangeira - fonte de informações Volume Número
<i>Author_Reference</i>	Código da Referência* Código do Autor*	Código da referência. Código do autor.
<i>Institution</i>	Código da Instituição* Nome Endereço Cidade Estado País URL E-mail	Código da instituição Nome Endereço (logradouro) Cidade Estado País Endereço Internet - URL E-mail
<i>Experiment</i>	Código* Nome Propósito Coordenador #	Código do experimento Descrição Propósito Chave estrangeira - autor
<i>OBC_Coordinates</i>	Contador-OBC* Altitude Latitude Longitude Atitude Temperature	Contador do computador de bordo Altitude do satélite Latitude do satélite Longitude do satélite Código da atitude do satélite Temperatura
<i>Telecomands</i>	Sequencial de TC* Tipo Código do responsável # Comando TC Estado	Sequencial de geração de telecomandos Tipo do telecomando 0 = geração automática pelo banco de dados ativo. 1 = geração pelo controle da missão 2 = geração pelo coordenador do experimento Chave estrangeira - autor (coordenador do experimento) Telecomando Status: 0 = Não transmitido 1 = Enviado para o coordenador via e-mail 2 = Autorizado pelo coordenador 3 = Não autorizado 4 = Transmitido para o satélite
<i>ECA_Rules</i>	Código ECA* Regra Autor #	Código da regra ECA Regra ECA Chave estrangeira - autor
<i>PLASMEX_LP</i>	Contador-OBC* Contador-Experimento* Operação* Tempo Real*	Contador do computador de bordo Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo. Modo de operação na aquisição dos dados. Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do

	Sinal LPSDC Sinal LPINT Sinal LPMGB	PLASMEX. Sinal de corrente contínua (DC) Sinal integrado amplificado Sinal amplificado de corrente contínua e sinal de corrente alternada (DC/AC).
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>PLASMEX_LPSAC</i>	Contador-OBC* Contador-Experimento*	Contador do computador de bordo Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação* Tempo Real*	Modo de operação na aquisição dos dados. Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do PLASMEX.
	Subtipo*	Subtipo de dados de telemetria: 0: LPSAC com FFT - Adquirido pelo OBC quando o satélite e a estação solo estavam sem comunicação, comprimindo todos os dados recebidos usando FFT. 1: LPSAC sem FFT – Adquirido pelo OBC durante a comunicação entre o satélite e a estação solo.
	Sequencial* Sinal LPSAC	Número sequencial de medições (de 0 a 127). Medição do perfil da densidade do elétron e da distribuição espectral das irregularidades do plasma em um sinal de corrente alternada (AC).
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>PLASMEX_HFC</i>	Contador-OBC* Contador-Experimento*	Contador do computador de bordo Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação* Tempo Real*	Modo de operação na aquisição dos dados. Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do PLASMEX.
	Sequencial* Sinal HFC	Número sequencial de medições (de 0 a 2). Para seq = 0: O menor sinal de frequência LSB medido usando um sistema de contagem de pulsos; Para seq = 2: Os quatro sinais de frequência MSB medidos usando um sistema de contagem de pulsos para monitorar a performance da sonda HFC.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>PLASMEX_ETP</i>	Contador-OBC* Contador-Experimento*	Contador do computador de bordo Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação* Tempo Real*	Modo de operação na aquisição dos dados. Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do PLASMEX.
	Sequencial* Sinal ETP	Número sequencial de medições (de 0 a 1). Sinal amplificado e casado da temperatura do elétron, medindo o potencial do plasma.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento

<i>PLASMEX_ST</i>	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação na aquisição dos dados.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do PLASMEX.
<i>ORCAS_RATE</i>	Sequencial*	Número sequencial de medições (de 0 a 1).
	Estado	Dados de estado.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
<i>ORCAS_HIZ</i>	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do ORCAS.
	Dados HIZ	Dados HIZ
<i>ORCAS_ALPHA</i>	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
<i>ORCAS_ST</i>	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do ORCAS.
	Dados ALPHA	Dados ALPHA.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
<i>MAGNEX_XYZ</i>	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do ORCAS.
	Sequencial*	Número sequencial de medições (de 0 em diante)
<i>MAGNEX_XYZ</i>	Estado	Dados de estado.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.

	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do MAGNEX.
	Sequencial*	Número sequencial de medições (de 0 em diante)
	X	Componente ortogonal X do campo geomagnético.
	Y	Componente ortogonal y do campo geomagnético.
	Z	Componente ortogonal Z do campo geomagnético.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>MAGNEX_ST</i>	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do MAGNEX.
	Sequencial*	Número sequencial de estados (de 0 em diante)
	Estado	Dados de estado
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>PHOTO_ID</i>	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do PHOTO.
	Sequencial*	Número sequencial de medições (de 0 em diante)
	Id-Canal	Identificador de canal.
	Id-Compactação	Identificador de compactação.
	Id-Dados	Identificador de dados.
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>PHOTO_ST</i>	Contador-OBC*	Contador do computador de bordo
	Contador-Experimento*	Contador do experimento quando o pacote foi montado pelo computador de bordo.
	Operação*	Modo de operação em que os dados foram adquiridos.
	Tempo Real*	Contador de tempo real quando os dados foram adquiridos pelo microcontrolador do PHOTO.
	Sequencial*	Número sequencial de estados (de 0 em diante)
	Estado	Dados de estado
	Código Experimento	Chave Estrangeira de Experimento
<i>NORAD</i>	Ano-Época	Ano da efeméride
	Época	Dia Juliano e porção fracional do dia
	Primeira derivada de tempo	Primeira derivada de tempo do movimento médio.
	Coefficiente balístico	Coefficiente balístico
	Segunda derivada de tempo	Segunda derivada de tempo do movimento

	Termo de arrasto	médio Termo de arrasto BSTAR se a teoria geral de perturbação GP4 foi usada
	Coeficiente de pressão de radiação	Coeficiente de pressão de radiação
	Tipo de efeméride	Tipo de efeméride
	Número do elemento	Número do elemento
	Inclinação	Grau de inclinação
	Ascensão	Grau de ascensão direita do nó de ascensão.
	Excentricidade	
	Argumento de perigeu	Grau do argumento de perigeu
	Anomalia média	Grau de anomalia média
	Movimento médio	Movimento médio (em revoluções por dia)
	Número da revolução	Número da revolução na época
	Data de atualização	Data automática de transação
<i>Enciclopédia</i>	Verbete*	Verbete do dicionário enciclopédico
<i>Significado</i>	Palavra*	Palavra presente no significado do verbete.
	Verbete*	Verbete do dicionário enciclopédico
	Qtde. de ocorrências	Quantidade de ocorrências da palavra dentro do significado do verbete.

6.2 - LINGUAGEM SQL

O'Neil [21] apresenta a forma genérica completa do comando SQL para recuperações (SELECT), a qual é dada a seguir⁸:

```
SELECT [all | distinct] expressão {, expressão}
FROM nome_tabela [alias] {, nome_tabela [alias]}
[WHERE condição_de_busca]
[GROUP BY coluna {, coluna}]
[HAVING condição_de_busca]
{UNION [all] Subselect9}
[ORDER BY coluna_resultado [asc | desc] {, coluna_resultado [asc | desc]}]
```

Podemos modelar esta forma genérica do comando SELECT através de Redes de Petri, que são uma ferramenta gráfica e matemática de modelagem aplicável a vários tipos de sistemas [1], a qual pode ser vista como um grafo mais uma marcação inicial

⁸ Nesta notação, o que é apresentado entre colchetes é um item opcional e entre chaves é um item repetitivo opcional. A barra vertical entre os colchetes indica "OU" e a opção sublinhada é a *default*.

⁹ O Subselect é um Select sem as cláusulas UNION e ORDER BY.

(que representa um estado inicial). Na representação gráfica de uma rede de Petri, os lugares são representados por círculos e as transições por retângulos ou barras. Os arcos, que representam uma relação de fluxo saindo de um lugar para uma transição ou de uma transição para um lugar, podem ser rotulados com seus pesos. A marcação de uma rede de Petri evolui com base nas três regras a seguir, como explicam Perkusich e Figueiredo [22]:

1. *Pré-condição*: uma transição t está habilitada se cada lugar de entrada p de t contém pelo menos o número de fichas do peso do arco de p para t ;
2. *Disparo*: Uma transição habilitada pode ou não disparar; e,
3. *Pós-condição*: Ao disparar t , a quantidade de fichas correspondente ao peso do arco de p para t é removida e a quantidade de fichas do peso do arco de t para p é acrescentada a cada saída p de t .

A ordem das cláusulas no comando SELECT segue a ordem conceitual de evolução, podendo ser modificada pelo otimizador de consultas. Conceitualmente, a ordem é a seguinte:

1. Primeiramente, realiza-se o produto cartesiano de todas as tabelas presentes na cláusula FROM.
2. Deste produto, as linhas que não satisfazem a condição da cláusula WHERE são eliminadas.
3. As linhas restantes são agrupadas de acordo com a cláusula GROUP BY.
4. Os grupos que não satisfazem a cláusula HAVING são eliminados.
5. As expressões da lista de cláusulas SELECT são executadas.
6. Se a palavra-chave DISTINCT estiver presente, as colunas duplicadas são agora eliminadas.
7. A cláusula UNION é realizada após a execução de cada Subselect.
8. Finalmente, o conjunto de todas as colunas selecionadas é ordenado, caso esteja presente o ORDER BY.

Uma outra abordagem de otimização é considerar as fases do processamento de uma consulta SQL. No otimizador do SOLID Server, essas fases são as seguintes: (1) análise sintática; (2) criação do gráfico de execução; e (3) processamento do gráfico de execução.

A seguinte consulta, por exemplo, visa recuperar as coordenadas do computador de bordo, quando a temperatura do OBC é inferior a 50 graus Celsius e a componente magnética X é menor do que 2000:

```
SELECT * FROM OBC_COORDINATES A
WHERE OBC_TEMPERATURE < 50 AND A.OBC_COUNTER IN
      (SELECT DISTINCT OBC_COUNTER FROM MAGNEX_XYZ B
       WHERE B.MAGNEX_X < 2000))
```

Para este comando SQL, temos o gráfico de execução apresentado na Tab. 6-2, gerado pelo otimizador, com um plano de execução, o qual é uma série de operações primitivas e ordenadas que o SOLID Server elabora para executar um comando.

Cada operação no plano de execução é chamado de unidade, as quais podem ser:

- *Join Unit*: É usada para unir duas ou mais tabelas, podendo usar o *loop* ou o *merge*. Esta unidade também é gerada para *queries* que referenciam apenas uma tabela, caso em que todas as colunas serão passadas sem serem manipuladas.
- *Table Unit*: É usada para ‘pegar’ os dados da tabela.
- *Order Unit*: É usada para ordenar as colunas em grupos ou para satisfazer a cláusula de ordenação.
- *Group Unit*: É usada para agrupar ou agregar cálculos.

Tabela 6-2 - Gráfico de Execução Gerado pelo Otimizador de Consultas

(1) Seq.	(2) Id.	(3) Pai	(4) Junção de	(5) Tipo da Unidade	(6) Informações Adicionais
1	1	0	2	JOIN UNIT	MERGE JOIN
2	1	0	4		
3	2	1	0	ORDER UNIT	NO PARTIAL SORT
4	3	2	0	ORDER UNIT	OBC_COORDINATES
5	3	2	0		SCAN TABLE
6	3	2	0		OBC_TEMPERATURE < 50
7	4	1	0	ORDER UNIT	NO PARTIAL SORT
8	5	4	0	ORDER UNIT	NO PARTIAL SORT
9	6	5	7	JOIN UNIT	
10	7	6	0	ORDER UNIT	MAGNEX_XYZ
11	7	6	0		SCAN TABLE
12	7	6	0		MAGNEX_X < 2000

A tabela resultante de um plano de execução [27] contém as seguintes colunas: (1) número sequencial geral; (2) identificador interno individual da unidade no interpretador SQL; (3) referência à unidade geradora (pai) da unidade corrente; (4) especificação, pelo identificador, de que tabelas são usadas na operação de junção; (5) tipo da unidade no gráfico de execução; e (6) informações adicionais, como índices, nome de tabelas etc.

Assim, para este exemplo, temos que o otimizador de consultas primeiramente selecionou todos os registros da tabela de coordenadas do computador de bordo, tal que a temperatura registrada tenha sido menor do que 50 graus, sem ordenar o resultado (Seq. 1-6). Depois verificou a necessidade de agrupar as colunas ou ordenar os registros, o que não foi necessário (Seq. 7-8). Em seguida, percorreu a tabela de componentes ortogonais do campo geomagnético selecionando os registros cuja componente X era igual a 2000, unindo o resultado com os registros previamente selecionados (Seq. 9-12).

6.3 - Banco de Dados Temporal

Nas últimas duas décadas, o modelo relacional tem obtido popularidade por causa de sua simplicidade e sólida base matemática. Entretanto, o modelo relacional como

proposto por Codd não endereça a dimensão temporal dos dados, tratando a variação dos dados no tempo da mesma forma que os dados ordinários, o que não é satisfatório para aplicações que requerem valores de dados do passado, presente e futuro [30]. O SAT-5 enquadra-se neste último tipo de aplicações, pois precisa dos dados históricos e correntes (passado e presente) dos experimentos e dos dados de previsão de órbita (futuro) do satélite, para posicionamento da antena.

Segundo Elmasri e Navathe [8], a limitação dos bancos de dados não-temporais reside no fato de que as informações tornam-se efetivas ao mesmo tempo em que são armazenadas no banco de dados, não existindo meios para diferenciar o tempo de registro (ou da transação) do tempo lógico (ou tempo válido). Adicionalmente, algumas atualizações de dados em aplicações reais podem ser retroativas (tornando-se efetivas em um tempo passado) ou proativas (tornando-se efetivas em um tempo futuro). Uma outra limitação dos bancos de dados não-temporais é que não há histórico de alterações de registros, ou seja, cada atualização destrói os fatos antigos. Isso indica que o banco de dados representa apenas o estado corrente de um domínio e não a sua história. Para lidar com estes requisitos, os modelos de dados precisam explicitar a incorporação de aspectos temporais nos sistemas, que podem ser precisos, imprecisos, relativos, qualitativos e com raciocínio de tempo. Existem alguns modelos propostos, como o T-SOS, para tempos imprecisos e relativos; o modelo T-ORM, que permite a modelagem de aspectos temporais em bancos de dados orientados a objetos, tratando de aspectos relacionados à evolução temporal de objetos concernentes à mudanças de classes; e o TOM. Existem aplicações com ambiente e ferramentas bastante adequadas para o gerenciamento de informações temporais. O *Italian National Research Council Project*¹⁰, por exemplo, dispõe de um modelo de dados; uma linguagem para consultas; estruturas de dados físicas; algoritmos de acesso; e modelos e métodos.

Os aspectos temporais construídos dentro de um banco de dados podem incluir três tipos de suportes para o tempo: (1) pontos escalares no tempo; (2) intervalos de tempo; e (3) relacionamentos abstratos envolvendo o tempo, como “antes”, “depois”, “durante”, “simultaneamente”, “concorrentemente” etc.

Quando se fazem necessárias recuperações de dados considerados como históricos, ou seja, não pertencentes ao que no contexto se denomina tempo presente, ou

dados atuais, deparamos com uma necessidade extra em relação aos dados: as estruturas de indexação nos esquemas internos do banco de dados.

A classificação dos bancos de dados temporais pode ter como base a forma utilizada para armazenar os dados que representam a informação do tempo. Sob este enfoque, podemos ter os bancos de dados instantâneos, de tempo de transação, de tempo de validade e bitemporais.

A seguir mostraremos como o tempo é considerado nos registros do experimento MAGNEX adquiridos pelos sensores do experimento. A Fig. 6-8 apresenta os registros da tabela MAGNEX_XYZ, com as suas colunas estruturadas conforme o modelo apresentado anteriormente (vide Fig. 6-1).

Figura 6-8 - Versão Não-Temporal dos Dados do MAGNEX_XYZ

OBC_COUNTER	OBC_EXP_COUNTER	MAGNEX_OPER	MAGNEX_RTIME	MAGNEX_SEQ	MAGNEX_X	MAGNEX_Y	MAGNEX_Z
1997-07-13 19:13:10	1997-07-13 19:12:00	A	1997-07-13 19:11:00	0	1897.	-3256.	55551.
1997-07-13 19:13:10	1997-07-13 19:12:00	A	1997-07-13 19:11:43	1	1897.	-3256.	55551.
1997-10-03 14:50:58	1997-10-03 14:48:30	0	1997-10-03 14:46:56	0	2003.	-3341.	55498.
1997-10-03 14:50:58	1997-10-03 14:48:30	0	1997-10-03 14:47:23	1	2003.	-3341.	55498.
1997-10-03 14:50:58	1997-10-03 14:49:09	0	1997-10-03 14:48:00	2	2030.	-3362.	55485.
1997-10-03 14:50:58	1997-10-03 14:49:09	0	1997-10-03 14:48:10	3	2030.	-3362.	55485.
1997-10-03 14:50:58	1997-10-03 14:49:09	0	1997-10-03 14:48:58	4	2030.	-3362.	55485.
1997-10-03 14:52:23	1997-10-03 14:50:20	0	1997-10-03 14:45:29	0	2047.	-3377.	55476.
1997-10-03 14:52:23	1997-10-03 14:50:28	0	1997-10-03 14:45:59	1	2047.	-3377.	55476.
1997-10-03 14:53:33	1997-10-03 14:52:00	0	1997-10-03 14:48:00	0	2109.	-3426.	55446.
1997-10-03 14:53:33	1997-10-03 14:52:00	0	1997-10-03 14:48:07	1	2109.	-3426.	55446.

Podemos verificar, na Fig. 6-8, que temos três *timestamps*, a saber:

- *OBC_Counter* - tempo referente à montagem do pacote de dados pelo computador de bordo (*tempo de transação do computador de bordo*).
- *OBC_Exp_Counter* - tempo referente à aquisição dos dados pelo microcontrolador do experimento, através do magnetômetro (*tempo de transação do microcontrolador do experimento*).
- *MAGNEX_Rtime* - tempo real referente ao registro no buffer, após a aquisição dos dados (*tempo válido do experimento*).

¹⁰ Informações adicionais podem ser obtidas na Home-Page do CNR (Vide Apêndice III).

As Fig. 6-9 e 6-10 apresentam os atributos temporais e os dados dos experimentos MAGNEX_XYZ e PLASMEX_ETP resultantes da transformação do banco de dados não-temporal para o banco de dados temporal.

Figura 6-9 - Versão Temporal dos Dados do MAGNEX_XYZ

MAGNEX_RUNTIME_BEGIN	MAGNEX_RUNTIME_END	MAGNEX_SEQ_BEGIN	MAGNEX_SEQ_END	MAGNEX_X	MAGNEX_Y	MAGNEX_Z
1997-07-13 19:11:00	1997-07-13 19:11:43	0	1	1897.	-3256.	55551.
1997-10-03 14:46:56	1997-10-03 14:47:23	0	1	2003.	-3341.	55498.
1997-10-03 14:48:00	1997-10-03 14:48:58	2	4	2030.	-3362.	55485.
1997-10-03 14:45:29	1997-10-03 14:45:59	0	1	2047.	-3377.	55476.
1997-10-03 14:48:00	1997-10-03 14:51:09	0	2	2109.	-3426.	55446.

Este processo de geração dos registros da tabela temporal ocorre da segundo o algoritmo descrito nas próximas linhas:

1. Inicializar as variáveis registro-lido, registro-atual, registro-anterior e registro-temporal com o valor nulo.
2. Inicializar as variáveis tempo-início e tempo-fim com o valor nulo.
3. Posicionar no início da tabela não-temporal.
4. Enquanto não ocorrer fim de arquivo, faça:
 - 4.1. Ler próximo registro atribuindo-o a registro-lido.
 - 4.2. Se registro-atual não for nulo, então:
 - 4.2.1. Atribuir registro-atual à variável registro-anterior.
 - 4.2.2. Se tempo-início no registro temporal for nulo, então:
 - 4.2.2.1. Atribuir o tempo válido do experimento de registro-anterior ao tempo-início do registro temporal.
 - 4.3. Atribuir registro-lido a registro-atual.
 - 4.4. Se registro-anterior não for nulo:
 - 4.4.1. Se no registro-atual, os dados adquiridos pelos sensores sofreram alteração em relação ao registro-anterior, então:

- 4.4.1.1. Atribuir tempo válido do registro-anterior ao tempo-fim do registro-temporal.
 - 4.4.1.2. Gravar registro-temporal na tabela temporal.
 - 4.4.1.3. Atribuir o valor nulo às variáveis tempo-início e tempo-fim.
5. Se tempo-início for diferente de nulo e tempo-fim for igual a nulo, então:
 - 5.1. Atribuir tempo válido do registro-anterior ao tempo-fim do registro-temporal.
 - 5.2. Gravar registro-temporal na tabela temporal.
 6. Fim

Figura 6-10 - Versão Temporal dos Dados do PLASMEX_ETP

PLASMEX_RUNTIME_BEGIN	PLASMEX_RUNTIME_END	ETP_SEQ_BEGIN	ETP_SIGNAL_END	ETP_SIGNAL
1997-07-13 18:45:00	1997-07-13 18:49:00	1	3	50.
1997-10-03 14:50:58	1997-10-03 14:50:58	1	1	40.
1997-10-03 14:52:23	1997-10-03 14:52:23	1	1	30.
1997-10-03 14:53:33	1997-10-03 14:53:33	1	1	25.

4 rows fetched. Execute time 0.0 seconds. Autocommit ON

A interface para as consultas temporais no SAT-5 é realizada através da montagem de comandos SQL com o acréscimo da cláusula WHEN (“Quando”) definida para o T-SQL, uma extensão temporal para o SQL, proposta por Navathe e Ahmed [19]. A cláusula WHEN é similar à cláusula WHERE do SQL. Ela especifica os relacionamentos temporais das tuplas participantes da derivação, isto é, examina a ordem cronológica relativa de valores temporais das tuplas. A sintaxe desta cláusula requer a palavra-chave WHEN seguida por qualificadores ou desqualificadores de atributos temporais e operadores de comparação temporal de intervalos. Estes operadores podem ser os seguintes: BEFORE (antes), AFTER (depois), OVERLAP (sobreposição), DURING (durante), EQUIVALENT (equivalente), ADJACENT (adjacente, ou seja, precede ou segue), FOLLOWS (segue) e PRECEDES (precede).

As definições a seguir, mostram a conversão destes operadores em um ou mais operadores de comparação aritmética, sendo que os valores entre colchetes representam os intervalos de tempo, a saber $[T_{\text{inicial}} \text{ e } T_{\text{final}}]$, designados pela palavra reservada INTERVAL nos comandos T-SQL.

Sejam:

A.INTERVAL = intervalo $[a, b]$ na tabela identificada pelo *alias* A; e

B.INTERVAL = intervalo $[c, d]$ na tabela identificada pelo *alias* B.

Podemos, então, definir os seguintes operadores:

- A.INTERVAL BEFORE B.INTERVAL sss $b < c$
- A.INTERVAL AFTER B.INTERVAL sss $a > d$
- A.INTERVAL DURING B.INTERVAL sss $(a \geq c) \ \& \ (b \leq d)$
- A.INTERVAL EQUIVALENT B.INTERVAL sss $(a = c) \ \& \ (b = d)$
- A.INTERVAL ADJACENT B.INTERVAL sss $(c - b = 1) \ | \ (a - d = 1)$
- A.INTERVAL OVERLAP B.INTERVAL sss $(a \leq d) \ \& \ (c \leq b)$
- A.INTERVAL FOLLOWS B.INTERVAL sss $(a - d = 1)$
- A.INTERVAL PRECEDES B.INTERVAL sss $(c - b = 1)$

Segundo Agerwala [1], as Redes de Petri podem representar de maneira simples, o fluxo de controle em programas contendo estruturas como IF-THEN-ELSE, DO-WHILE, GOTO e processos paralelos.

De uma forma similar, construímos um modelo em Redes de Petri para um programa de comparação entre os intervalos temporais $[a, b]$ e $[c, d]$ usando-se estas estruturas, o qual é apresentado na Fig. 6-11, onde dados dois intervalos temporais, identifica-se o tipo de operador temporal, conforme definido anteriormente.

Pela análise da Rede de Petri da Fig. 6-11, podemos verificar que temos uma estrutura DO-WHILE que executa a identificação dos operadores temporais enquanto a condição P1 é satisfeita. As comparações são feitas através da estrutura IF-THEN-ELSE e temos também processos sendo executados em paralelo.

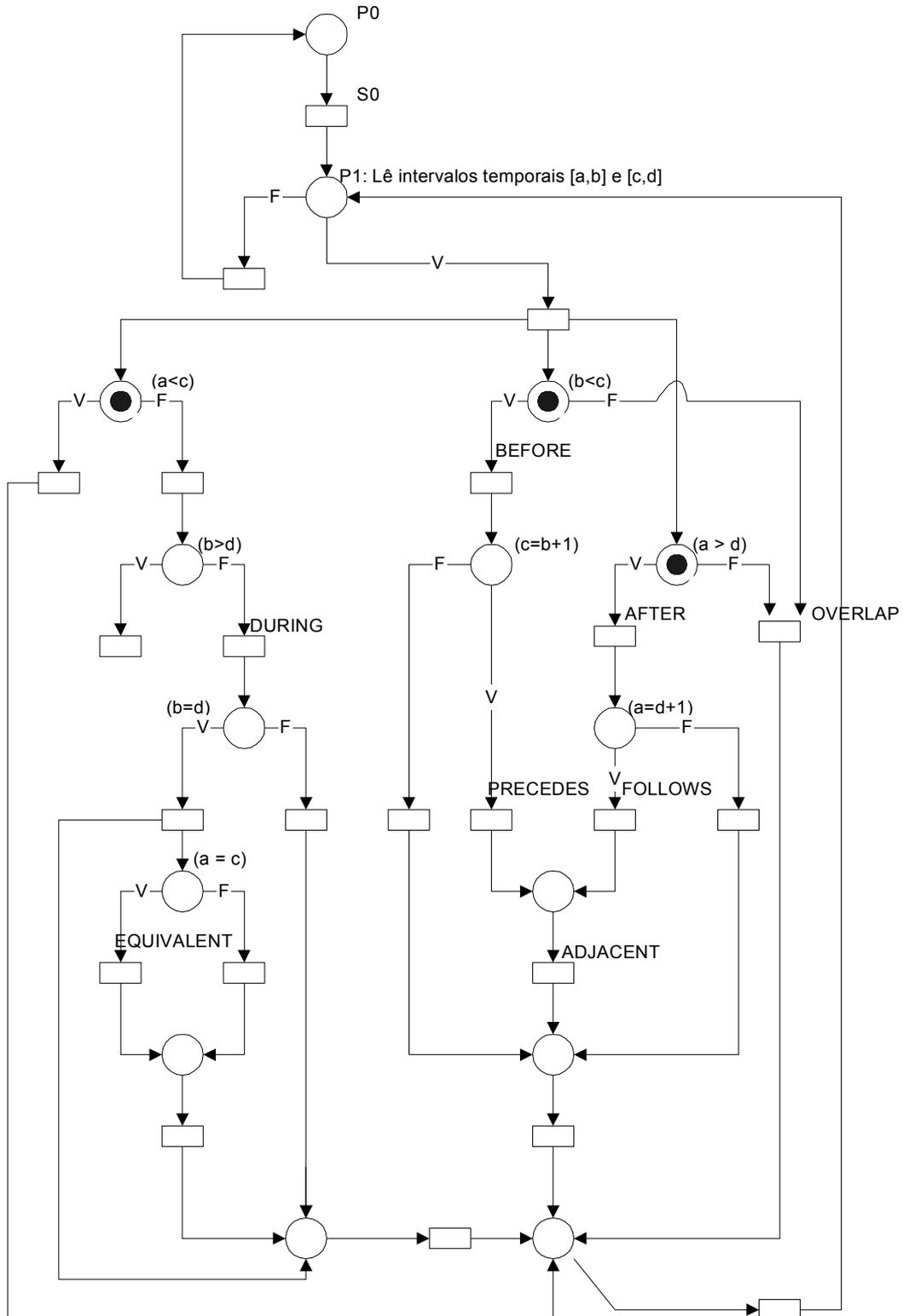
Podemos constatar, também, algumas propriedades interessantes entre os operadores, a saber:

- EQUIVALENT é um caso específico de DURING;
- PRECEDES é um caso específico de BEFORE;
- FOLLOWS é um caso específico de AFTER;
- PRECEDES e FOLLOWS são casos específicos de ADJACENT.

Nos registros do experimento MAGNEX, temos que o intervalo (INTERVAL) de tempo válido é dado por [MAGNEX_RUNTIME_BEGIN, MAGNEX_RUNTIME_END], conforme apresentado na Fig. 6-9. Adicionalmente, podemos verificar a existência de dois atributos que indicam o intervalo dos sequenciais de medições correspondentes aos intervalos temporais, isto é, [MAGNEX_SEQ_BEGIN, MAGNEX_SEQ_END]. Os atributos [OBC_COUNTER e OBC_EXP_COUNTER] estão presentes nos registros das tabelas temporais, os quais não são apresentados nas Fig. 6-9 e 6-10 apenas para facilitar a visualização.

O uso dos operadores temporais na cláusula WHEN do T-SQL é mostrado nas consultas a seguir, relativas aos experimentos MAGNEX e PLASMEX, considerando-se os intervalos ora explanados.

Figura 6-11 - Rede de Petri para Identificação de Operadores Temporais do T-SQL



Q1. Encontre os valores das componentes ortogonais do campo geomagnético quando o sinal amplificado da temperatura do elétron era igual a 50 graus.

```
SELECT Magnex_X, Magnex_Y, Magnex_Z
FROM   MAGNEX_XYZ A, PLASMEX_ETP
WHERE  A.OBC_Counter = B.OBC_Counter AND B.ETP_Signal = 50
WHEN  A.INTERVAL OVERLAP B.INTERVAL
```

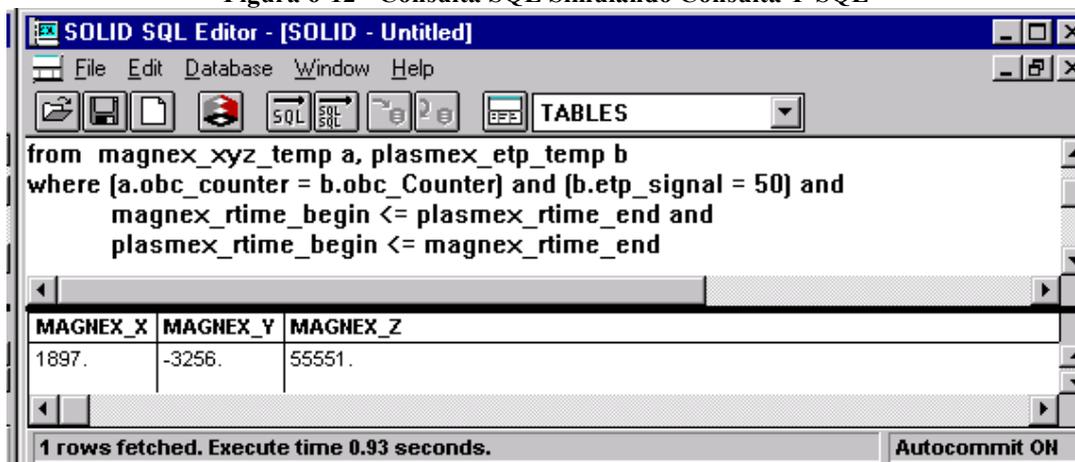
Na consulta Q1, a cláusula WHEN com o operador OVERLAP garante que os registros que foram adquiridos pelo magnetômetro no período dado pelo intervalo [a, b] devem sobrepor o intervalo dado por [c, d] do PLASMEX, quando a temperatura do elétron era igual a 50 graus, satisfazendo a especificação para o OVERLAP, isto é: [a, b] OVERLAP [c, d] sss ($a \leq d$) & ($c \leq b$).

Sendo $a = A.MAGNEX_Rtime_Begin$, $b = A.MAGNEX_RTime_End$, $c = B.PLASMEX_Rtime_Begin$, $d = B.PLASMEX_Rtime_End$, temos o seguinte mapeamento para o SQL convencional:

```
SELECT Magnex_X, Magnex_Y, Magnex_Z
FROM   MAGNEX_XYZ_TEMP A, PLASMEX_ETP_TEMP B
WHERE  (A.OBC_Counter = B.OBC_Counter) AND (B.ETP_Signal = 50) AND
       (A.MAGNEX_Rtime_Begin <= B.PLASMEX_Rtime_End) AND
       (B.PLASMEX_RTime_Begin <= A.MAGNEX_RTime_End)
```

A execução deste comando produziu o resultado apresentado na Fig. 6-12, com base nos registros temporais dos experimentos, constituindo-se a resposta para a consulta Q1.

Figura 6-12 - Consulta SQL Simulando Consulta T-SQL



A interface no SAT-5 para a realização de consultas temporais no padrão T-SQL é apresentada na Fig. 6-13, onde podemos observar que no painel de seleção temos a inclusão de três novos parâmetros às consultas normais, ou seja, o Intervalo [a, b] relativo a um experimento; o Operador Temporal, que pode ser um daqueles apresentados no box com a lista de opções; e o Intervalo [c, d], relativo ao experimento sobre o qual se faz a consulta base.

Na tela de interface para consultas temporais, temos uma outra novidade, o botão [TSQL], destinado a apresentar ao usuário o comando no formato TemporalSQL. Por fim, o resultado da consulta é mostrado no painel de Resultado, como no caso das consultas normais, após a confirmação e execução da *query*, o qual pode ser visualizado no formato de formulário do experimento, com todos os detalhes disponíveis.

Vejamos outro exemplo de uma consulta temporal:

Q2. Encontre os sinais de alta frequência do PLASMEX durante o período em que o valor da componente X do campo geomagnético registrava o valor 2127.

```
SELECT DISTINCT HFC_Signal
FROM MAGNEX_XYZ A, PLASMEX_HFC B
WHERE A.MAGNEX_X = 2127
WHEN A.INTERVAL DURING B.INTERVAL
```

Traduzindo do T-SQL para o padrão SQL, temos a seguinte equivalência, sabendo-se que [a, b] DURING [c, d] sss ($a \geq c$) & ($b \leq d$):

```
SELECT DISTINCT HFC_Signal
FROM MAGNEX_XYZ A, PLASMEX_HFC B
WHERE A.MAGNEX_X = 2127 AND
      A.MAGNEX_RUNTIME_BEGIN >= B.PLASMEX_RUNTIME_BEGIN AND
      A.MAGNEX_RUNTIME_END <= B.PLASMEX_RUNTIME_END
```

6.3.1 - Técnicas de Indexação de Bancos de Dados Históricos

Existem algumas propostas de indexação de bancos de dados históricos bastante interessantes, das quais podemos destacar aquelas apresentadas por Kolovson [12] (por segmentos, assimétrica e em meio misto) e a tecnologia *Bonsai Tree* utilizada no servidor de bancos de dados SOLID Server [28].

Figura 6-13 - Tela de Interface para Consultas Temporais no Padrão T-SQL

Seleção com Cláusula WHEN

Atributo: ETP_Signal Operador: Maior do que Conteúdo: 55 WHEN ...

Intervalo [a, b]: MAGNEX Operador Temporal: OVERLAP Intervalo [c, d]: PLASMEX - ETP

Operador Temporal options: BEFORE, AFTER, DURING, EQUIVALENT, ADJACENT, OVERLAP, FOLLOWS, PRECEDES

Execução

Executar # Reg. Selecionados: Sair

Resultado

Contador	Altitude	Latitude	Longitude	Atitude	Temperatura

Visualização

? SQL TSQL Formulário Resumo

A Árvore de Segmentos é uma árvore de busca binária que representa um conjunto de intervalos (linhas) em uma dimensão. Sua utilidade principal é viabilizar uma busca eficiente tanto para um ponto escalar como para um intervalo temporal, encontrando todos os intervalos que satisfazem a pesquisa. Para armazenar um conjunto de linhas de segmentos, os pontos-extremos dos segmentos são ordenados nas folhas de uma árvore binária. Os intervalos de dados são indexados em uma ou mais dimensões, usando a estrutura básica de R-Tree, que provêm rápido acesso a objetos de dados em espaço multidimensional, sendo que o objeto de indexação não são dados elementares, mas segmentos de dados, por isso sendo uma R-Tree estendida para aceitar segmentos. Tal estrutura é denominada R-Tree Segmentada, ou, simplesmente, SR-Tree. O crescimento da árvore acontece de baixo (folhas) para cima (raiz). Nessa construção *bottom-up*, cada nó não-folha representa o intervalo cujos pontos-extremos estão contidos em suas folhas mais a esquerda e mais a direita, respectivamente.

Na indexação assimétrica, o critério de estruturação se baseia na frequência de consulta sobre os dados. Em particular, em bancos de dados temporais contendo um grande número de relações históricas, as consultas aos *dados mais recentes* são feitas com muito maior frequência do que aos *dados antigos*, ou seja, quanto mais antigas as relações, menor é a frequência de consultas sobre elas. Um índice assimétrico começa com uma estrutura balanceada e, então, são adicionadas novas raízes para cada *época* histórica. Cada nova raiz constitui-se de *sub-índices* balanceados. A *granularidade* de tempo para as épocas pode ser ajustada para suportar uma diferente distribuição de consultas.

A técnica de indexação em meio misto cobre, dinamicamente, dois tipos de meios de armazenamento: os discos magnéticos e óticos. A tecnologia dos discos óticos WORM (write-once read-many) e WMRM (*write-many read-many*) dá suporte para o gerenciamento on-line de extensas relações históricas em bancos de dados, as quais são, geralmente, muito extensas, bem como os seus índices associados. Armazenar todos os índices de relações históricas nos discos magnéticos torna-se dispendioso. Por outro lado, armazenar todos os índices de relações históricas nos discos óticos torna-se ineficiente. Usando-se conjuntamente os dois meios de armazenamento de forma adequada, pode-se maximizar o desempenho e minimizar o custo¹¹. A transferência dos registros de dados históricos e dos nós de índices históricos dos discos magnéticos para os discos óticos é denominada de *vácuo*. As tuplas históricas “recentes” ficam nas relações correntes (no disco magnético) até que o *Vacuuming Daemon* transfira uma coleção de tuplas históricas do disco magnético para o disco ótico. O disco magnético armazena as relações correntes e seus índices. Já, as relações históricas e seus índices usam o meio misto. A arquitetura de armazenamento pressupõe a existência de duas áreas fisicamente separadas, sendo uma partição para as relações correntes e outra para as relações históricas dos dados. As operações de atualização e exclusão nas relações correntes resultam em uma inclusão nas relações históricas. Novas tuplas nas relações correntes não afetam as relações históricas. Ainda, a indexação das relações correntes e históricas podem ser diferentes. As consultas em relações correntes são satisfeitas pela

¹¹ Quanto à escolha entre os discos óticos WORM ou WMRM, alguns aspectos indicam os discos WORM como sendo mais recomendáveis. Primeiro, sabemos que as relações históricas proíbem a atualização do passado. Deve-se considerar, também, que a transferência de dados ocorre mais rapidamente nestes discos, em função da necessidade de executar uma operação *clear*, antes do *overwrite*, nos discos regraváveis. Finalmente, temos que o custo é mais baixo para os discos WORM.

busca nos seus respectivos índices. Para o caso das relações históricas, a busca ocorre nos índices de relações correntes e históricas. Esta técnica deverá ser amplamente usada na implementação do módulo de transferência de mídia do SAT-5 que terá como base os dados históricos dos experimentos.

No Solid Server, os dados mais recentes são separados dos mais antigos, mais estáveis. O armazenamento dos dados é implementado internamente como dois sistemas de indexação separados: o *Bonsai Tree* e o servidor de armazenamento. O *Bonsai Tree* é o menor índice ativo que armazena os dados recentes na memória central e mantém o multiversionamento das informações. Executa o controle de concorrência e detecta a concorrência de conflitos entre operações, minimizando o esforço necessário para validar as transações. A maior parte dos dados, que é estável, é mantida no servidor de armazenamento. Os dados são transferidos para este servidor em modo *batch* em uma operação de inserção otimizada, para evitar que a performance seja afetada negativamente. O servidor de armazenamento usa uma variação de Árvore-B para armazenar todos os índices permanentes no arquivo do banco de dados. É usado para ambas as chaves, primárias e secundárias. O *Bonsai Tree* é uma pequena árvore de índices que fica na memória principal. Todas as operações de exclusão, inserção e alteração são escritas nela. Os nós com valores chaves são compactados. Há um sistema definido de identificação de índices inseridos em frente de cada valor de chave. Este mecanismo divide a árvore de índices em vários ramos de árvore, onde os valores mínimos e máximos de chaves de um índice ficam nos extremos de cada nó da árvore. Cada valor chave no índice tem um *timestamp*. Ao iniciar-se uma transação, cria-se o *timestamp* para ela, isto é, um número inicial de transação, ou *transaction start number* (TSN), usado como o nível de leitura da transação. Todos os valores de chaves inseridos posteriormente no índice, ficam invisíveis para buscas, proporcionando consistentes níveis de leitura de índices, como se as operações de leitura fossem executadas atomicamente no momento do início da transação, garantindo assim uma visão consistente dos dados e eliminando a necessidade de bloqueios. Mais tarde, após a confirmação por *commit*, os dados são passados para o servidor de armazenamento em uma operação *batch* e removidos da *Bonsai Tree*. Os valores de chave excluídos são removidos fisicamente durante esse processo. O banco de dados TRACT, por fazer uso

do servidor SOLID Server, é beneficiado por esta técnica, a qual é interna ao servidor e invisível ao sistema.

6.4 - Banco de Dados Ativo

Os sistemas de gerenciamento de bancos de dados convencionais são *passivos*, isto é, os dados são criados, recuperados, modificados e excluídos somente em resposta a operações *explícitas*, conforme explicam Widom e Ceri [31]. Transformá-los em ativos significa fazê-los executar certas operações automaticamente em resposta à ocorrência de certos eventos ou quando determinadas condições são satisfeitas. Para que isso ocorra, o SGBD continuamente monitora o estado do banco de dados, reagindo espontaneamente à ocorrência de eventos predefinidos. Tal paradigma proporciona um aumento considerável de funcionalidade para o usuário.

Muitas aplicações, como controle de processos, redes de distribuição, controle de fluxo de trabalho em escritórios automatizados, monitoração de pacientes em hospitais etc, não são bem servidos com os sistemas passivos.

Os bancos de dados ativos oferecem suporte à monitoração de condições, incluindo *triggers* e avisos de alerta a um nível de abstração em que a semântica é bem definida, os requisitos de modelagem são satisfeitos, a eficiência das aplicações não-tradicionais de bancos de dados permanece inalterada e a integração a um SGBD convencional ocorre de forma direta e simples.

Os bancos de dados ativos são sistemas integrados que suportam processamento reativo, isto é, reações autônomas do sistema a eventos, causando modificações no estado do banco de dados. Funcionalmente, um Sistema Gerenciador de Bancos de Dados Ativos monitora condições disparadas por eventos, representando eventos de bancos de dados (por exemplo, *updates*) ou não (por exemplo, falha de *hardware* detectada por um programa de diagnóstico). Se a condição evolui para verdadeiro, a ação é executada.

Elmasri e Navathe [8] apresentam alguns aspectos que devem ser considerados nos bancos de dados ativos:

- *Eficiência* - O conjunto de regras Evento-Condição-Ação (ECA) provavelmente formarão um grande conjunto de consultas predefinidas que precisam ser eficientemente administradas e executadas quando da ocorrência de eventos específicos.
- *Modos de execução de regras* - As regras podem ser disparadas e executadas sob diferentes modos: imediato, adiado, ou independente. Sob o modo imediato, o processamento dos passos restantes da transação de disparo que causou a ocorrência do evento fica suspensa até que a regra disparada tenha sido completamente processada.
- *Extensões de modelos de dados* - Os bancos de dados ativos requerem melhorias no modelo de dados no tocante à especificação de eventos, condições e ações.
- *Gerenciamento de regras* - Deve haver a possibilidade para a atualização de regras e de mecanismos para habilitar/desabilitar regras seletivamente.
- *Suporte a funções SGBD*: Deve haver o gerenciamento de consistência forçada, manutenção de dados derivados e inferências baseadas em regras.
- *Interação com partes do SGBD*: As regras não podem ser otimizadas isoladamente. A otimização de regras requer interação com vários componentes do SGBD.

Há inúmeras soluções parciais relevantes para muitas das aplicações ideais para o uso de bancos de dados ativos, as quais têm sido propostas em relação a um ou outro aspecto da tecnologia como um todo, como detecção e composição de eventos, estratégias de execução de regras, e aplicação das técnicas para domínios bem limitados, como consistência forçada (*constraints*), por exemplo. A implementação de um banco de dados ativo com plena funcionalidade requer que o próprio SGBD tenha sido desenvolvido para tal finalidade. Qualquer implementação de banco de dados ativos em cima de SGBDs convencionais, rapidamente resulta em dificuldades para se modificar o modelo de transações ou os métodos de execução de eventos. Além disso, o sistema operacional precisa ser selecionado com muito cuidado, pois requisitos básicos para a implementação de capacidades ativas, como *threads* e suas execuções paralelas não estão disponíveis em muitos sistemas operacionais populares.

No SAT-5, obtivemos sucesso na especificação de consistência forçada em atributos das tabelas dos experimentos. Definiu-se uma expressão *constraint* considerando-se as componentes ortogonais do MAGNEX da seguinte forma: a componente ortogonal Z – 50000 + a componente ortogonal Y sempre deve ser menor do que a componente ortogonal X, caso contrário, o registro deve ser rejeitado. Toda vez que um registro do MAGNEX é inserido na tabela, a verificação de consistência forçada é realizada pela execução do *constraint* no atributo MAGNEX_X, dado pela expressão: $MAGNEX_Z - 50000 + MAGNEX_Y < MAGNEX_X$. Quando o resultado da expressão resulta em falso, o banco de dados emite uma mensagem notificando a ocorrência da não satisfação do *constraint* e o registro não é armazenado na tabela, devendo ser armazenado em um arquivo de ocorrências.

Para este caso, podemos definir a regra ECA da seguinte maneira:

Evento: Carregar registro do receptor para a máquina da aplicação SAT-5.

Condição: expressão *constraint* no atributo MAGNEX_X.

Ação: Rejeitar o registro e armazená-lo em arquivo de ocorrências.

A definição de um *constraint* é realizada na componente TTable do Delphi 3, pela definição da expressão na propriedade *Constraint* específica do campo a receber a consistência forçada.

Uma outra maneira de implementar um banco de dados ativo é pelo uso de vigilantes. Com eles, podemos detectar eventos automaticamente, emitindo mensagens de alerta na tela ou disparando-as via correio eletrônico. Para tal, usamos o recurso de procedimentos armazenados do servidor de banco de dados. O exemplo a seguir, ilustra uma situação onde são necessários dois *threads* ou dois processos para a detecção e emissão da mensagem de alerta.

O Delphi 3 tem o componente TStoredProc para a implementação dos procedimentos armazenados, porém, usa funções que não são suportadas no SOLID ODBC Driver. Um outro componente, o TQuery, pode ser usado adequadamente como substituto.

O processo Vigilante do SAT-5 é independente da aplicação, dependendo apenas da ocorrência de um evento gerado pelo banco de dados chamado 'alert1', previamente criado no servidor (vide item 5.2.1.4).

A chamada ao procedimento armazenado que gera o evento é realizada automaticamente quando a *query* associada é aberta pelo cliente. Assim, para visualização do funcionamento do banco de dados ativo, a *query* é aberta quando da tentativa de obtenção do registro NORAD em uma página Web errada, gerando, conseqüentemente o evento no banco de dados, o qual é percebido pelo Vigilante. Os procedimentos são executados por processos diferentes (podendo ser até mesmo em máquinas diferentes). Ao ser gerado o evento de alerta pelo servidor, o Vigilante é notificado e pode, então, disparar qualquer rotina, como por exemplo, o envio de uma mensagem de correio eletrônico para o coordenador do experimento, ou uma mensagem na tela.

Existem várias situações que justificam uma componente ativa no banco de dados TRACT. Primeiramente, precisamos considerar que os coordenadores dos quatro experimentos farão uso do sistema remotamente, via internet. Uma vez que não são os operadores do sistema, precisam ser notificados automaticamente sobre a ocorrência de determinadas situações no banco de dados com base em eventos conhecidos. Mesmo quando da ocorrência destas situações, faz-se necessário averiguar alguns fatos adicionais pertinentes, definidos por condições. Por fim, algumas medidas precisam ser tomadas, caso todas as condições sejam atendidas. Estas medidas são as ações do banco de dados. Os coordenadores já definiram uma série de ações possíveis de serem executadas em relação a seus experimentos, como, ligar/desligar os sensores do experimento, calibrar instrumentos, descarregar buffer etc. Porém, os eventos e as condições ainda não foram definidos precisamente. Pretende-se obter informações de atitude do satélite, de forma que estas constituam os eventos e as condições deverão basear-se nos dados coletados pelos sensores dos experimentos.

Para exemplificar, implementamos a seguinte regra ECA: quando ocorrer a carga das efemérides do satélite com base em uma página Web mantida pelo INPE/DMC, o registro precisa atender rigorosamente o formato NORAD *two-line-elements*. Caso isso não ocorra, os coordenadores devem ser notificados automaticamente pelo próprio banco de dados. Assim temos:

Evento: Carga das efemérides do SACI-1.

Condição: Registro não é do tipo *two-line-elements*.

Ação: Emitir mensagem via e-mail para os coordenadores, notificando o horário e a ocorrência do evento.

6.5 - Banco de Dados Científico

Há muito já se utiliza o computador para administrar dados científicos, como aqueles relacionados às Ciências da Terra, da Vida e do Espaço. De acordo com Elmasri e Navathe [8], em 1990 a *National Science Foundation* realizou um *workshop* na *University of Virginia*, nos Estados Unidos com os cientistas dessas áreas e com os cientistas da computação, para discutirem juntos os problemas relativos ao gerenciamento de banco de dados, chegando-se a alguns resultados que são apresentados a seguir.

Primeiramente, em relação à natureza dos dados científicos, estes são singulares por causa de sua relativa estaticidade e indefinida retenção. O típico ambiente de processamento por transações dos bancos de dados convencionais não existe nos bancos de dados científicos, os quais têm uma baixa frequência de modificações, além do que, os dados antigos raramente são descartados. Por exemplo, a expectativa de geração de dados da sonda planetária Magellan, é de 1Tb de dados em um período de cinco anos. No caso dos experimentos do SACI-1, espera-se gerar um volume de dados de 25,8 Mb/dia, correspondendo a aproximadamente 14Gb em sua missão completa (prevista para 18 meses).

Podemos considerar que os sistemas de bancos de dados científicos abrangem três dimensões, a saber: de interpretação, da análise científica intencionada e da origem dos dados.

A dimensão de interpretação refere-se à contínua reflexão da natureza da informação dos dados brutos (não processados). Isto afeta o que se espera dos dados de um determinado experimento e como estes dados são usados. Nesta dimensão, os dados podem ser agrupados nas seguintes categorias:

- *Dados Brutos* - Consistem dos valores obtidos diretamente dos sensores dos instrumentos de medição (raras vezes estes dados são armazenados da mesma forma como são recebidos). Os sensores dos experimentos de carga útil do SACI-1 enviam os dados brutos adquiridos para o *buffer* do microcontrolador.
- *Dados Calibrados* - Consistem dos valores físicos brutos (normalmente preservados), corrigidos com operadores de calibragem.
- *Dados Validados* - Consistem dos dados calibrados que foram filtrados através de um procedimento de controle de qualidade. Estes são os mais comumente usados para propósitos científicos. O OBC realiza o FFT (*Fast Fourier Transform* - Transformada Rápida de Fourier - Algoritmo que implementa a transformada de Fourier em tempo discreto), que em sua primeira fase, restringe alguns dados adquiridos.
- *Dados Derivados* - Consistem de dados frequentemente agregados, tais como grades ou médias, para os quais os detalhes de medições foram perdidos. Os dados que passaram pela primeira fase do FFT entram agora em sua segunda fase, ou seja, a compactação dos dados por médias, tornando-os dados derivados.
- *Dados Interpretados* - Consistem dos dados derivados que são relacionados a outros dados do mesmo experimento ou à literatura do campo. No SACI-1, estes dados podem gerar arquivos de textos elucidativos e explicativos, através da característica textual do banco de dados, conforme especificado na próxima Seção.

Com respeito à dimensão da análise científica intencionada, sabemos que a maioria dos dados científicos está sujeita a alguns tipos de análises. Os dados de Ciências da Terra submetem-se a estatísticas e análises seriais de tempo. Os dados espaciais em grandes *arrays* são transformados (por exemplo, usando-se o algoritmo de Fourier) para análises espectrais.

Um fator discriminatório fundamental para os bancos de dados científicos é a dimensão da origem dos dados. Em um ambiente de banco de dados com uma única fonte de informações, os dados brutos são coletados e processados *a posteriori* por técnicas de filtragem ou calibragem; os dados validados resultantes são usados sob o ponto de vista da missão científica. A complexidade sintática e semântica dos dados interpretados é muito maior do que os dados originais. Bancos de dados com múltiplas

fontes de informações adicionam uma nova dimensão de complexidade, com múltiplas metodologias de coleção de dados, instrumentos para gravação, e diferentes protocolos afetando a codificação e exatidão. Estes bancos de dados podem ser usados independentemente e gerenciados por diversos sistemas de computação e SGBDs. No entanto, tipicamente o objetivo é criar um arquivo comum de dados (como o GENBANK, por exemplo) para ser usado por equipes de pesquisa originais que estão gerando e gerenciando os dados e, portanto, os problemas de bancos de dados distribuídos devem ser considerados.

Os SGBDs convencionais têm provado sua inadequação em lidar com o conjunto de requisitos expostos anteriormente, principalmente pelas seguintes razões:

- Carência de características para lidar com redundâncias incorporadas e inexatidão de dados durante a experimentação científica e a sua gravação. A progressão dos dados durante a dimensão de interpretação não pode ser manipulada satisfatoriamente;
- Carência de agregações e funções estatísticas multivariáveis para a análise dos dados;
- Os SGBDs têm a sobrecarga do processamento de transações, desnecessários para a maioria das aplicações científicas;
- A distinção inerente em dados estatísticos entre um valor e o que ele coloca não é suportado nos SGBDs tradicionais.

Quanto à definição de dados, manipulação de dados e padrões tecnológicos, algumas importantes questões precisam ter uma resposta adequada, indo de encontro aos requisitos científicos dos bancos de dados:

- Novos modelos de dados precisam ser explorados, os quais devem suportar tipos de dados especiais como séries de tempo e sequências de DNA.
- O gerenciamento de metadados é crucial, com a provisão necessária para lidar com citações, diferentes tipos de documentação, e detalhes dos experimentos. (Neste aspecto, o SAT-5 conta com o módulo textual para atender a estas três necessidades básicas).
- Há necessidade de uma auditoria sistemática sobre a evolução dos dados.

- Padrões são necessários para cruzar as disciplinas científicas aos registros de resultados experimentais e, também, para compartilhamento de citações.
- Faz-se necessário adicionar à interface da linguagem relacional, como o SQL, pacotes estatísticos existentes, como o SAS, com vistas a gerar relatórios e consultas eficientes.
- Características para exportar e importar devem existir para transferir dados para dentro ou fora do banco de dados científico;
- Tipicamente, os usuários cientistas são novatos em bancos de dados. Assim, as interfaces devem ser amigáveis com variados recursos de navegação pelo sistema, inclusive, proporcionando o aprendizado do gerenciamento dos dados.
- A codificação física dos dados é importante, com técnicas de compressão para um armazenamento e recuperação eficientes. A criptografia dos dados é essencial para manter-se a privacidade da informações.
- O acolhimento dos padrões¹² de formatação de dados e ferramentas de análise é necessário dentro da disciplina ou interdisciplinarmente.

6.6 - Banco de Dados Textual

Também conhecidos na literatura como bancos de documentos, por conterem informações de diferentes formatos (como imagens, gráficos e textos), os bancos de dados textuais realizam o gerenciamento de textos, requerendo ferramentas e técnicas especializadas. Os dados mais importantes de um determinado empreendimento podem não estar armazenados em registros de arquivos ou em bancos de dados, mas em documentos textuais como cartas, contratos, manuais, regulamentos etc.

Genericamente, os bancos de dados textuais podem ser organizados em duas partes: o *cabeçalho* e o *corpo*. No cabeçalho ficam todos os itens de dados padronizados e formatados com tamanho fixo, comuns a todos os registros, sendo uma referência ao documento em questão. Já o corpo tem como itens de dados, blocos de texto-livre, ou seja, o próprio documento, de tamanho variável e não padronizado.

Como as buscas podem ocorrer não apenas no cabeçalho, mas, também, no corpo do documento, faz-se necessário o uso de ferramentas e técnicas adequadas, como, por exemplo, os *índices*, que são arquivos com a localização de cada palavra significativa dentro do texto, caracterizado pelo dinamismo e por sua construção automática.

Salton [26] explica que um arquivo de índices é uma tabela auxiliar contendo valores de certas chaves de registros junto com os ponteiros representando o endereço no arquivo principal de registros contendo os valores chaves correspondentes. Pode-se usar um índice esparso, que inclui alguns valores de chaves, ou um índice completo, que contém as chaves de todos os registros do arquivo principal. Um exemplo de índice esparso é o método de acesso sequencial indexado (*Indexed Sequential Access Method - ISAM*).

Outras abordagens importantes consideram o uso de listas de palavras-chaves, códigos de classificação geral, busca semântica e apresentação de palavras no contexto (*keyword in context - KWIC*), caso este em que se enquadra a maioria das ferramentas de buscas textuais na Web.

James [11] caracteriza dois tipos de indexação: automática e declarativa. Na indexação automática, o índice é gerado implicitamente em relação aos dados contidos no texto do documento. Na indexação declarativa, o índice é gerado por estruturas de declaração explícita que acompanham o texto do documento.

O SAT-5 oferece vários recursos para armazenamento e recuperação textual. As referências científicas, por exemplo, fazem uso de algoritmos de indexação de palavras presentes no texto do resumo, onde ocorre o processo de indexação automática e de palavras-chaves, onde ocorre o processo de indexação declarativa. O resumo é, por convenção, arquivado com uma extensão .TXT, ou seja, é um arquivo de texto comum. Assim, cada palavra do resumo fará parte de uma lista invertida, quando da inclusão de um novo registro. No caso de modificações no texto, a lista invertida é eliminada e, depois, reconstruída. Uma operação de exclusão de registro, renomeia o arquivo textual associado e elimina a sua lista invertida. Um outro recurso refere-se às buscas incrementais, as quais podem ser usadas tanto nas referências científicas como no

¹² Um exemplo é o padrão *Flexible Image Transport System - FITS* da NASA, usado pela comunidade de astrofísicos. Este padrão surgiu da necessidade de um formato para a transferência de dados astronômicos de uma instalação para outra [18].

dicionário enciclopédico, onde a cada caracter digitado no campo de busca, o sistema vai restringindo o universo de registros a serem apresentados, até que, por fim, o usuário decida a palavra de busca e o registro de interesse. Há, também, o recurso de referências cruzadas (disponível no dicionário enciclopédico), onde um verbete do dicionário tem associado a ele todos os outros verbetes onde ele é citado no texto de seus respectivos significados, constituindo-se uma forma de enriquecer o universo de busca com informações complementares. Por fim, as palavras insignificantes, conhecidas como *stop-words*, ou *noise-words*, podem ser desprezadas no ato da indexação do texto, e, conseqüentemente, não farão parte da lista invertida do registro.

As buscas textuais trazem na resposta o texto com a identificação da primeira ocorrência do *string*. O mesmo é marcado com *highlight*. Também, dispõe-se do ‘*Find Text Dialog Box*’ no mesmo formulário de resposta, o qual possui os seguintes parâmetros restritivos:

- *Texto de busca* - Entrada de uma *string* de busca ou escolha dentro de uma lista de *strings* previamente fornecidas.
- *Opções* - Especificação de atributos para a busca de *string*.
- *Caracter Sensitivo* - Diferenciação de maiúsculas e minúsculas quando da execução da busca.
- *Apenas palavras completas* - Busca de palavras inteiras, apenas, caso esta opção seja acionada.
- *Expressões regulares* - Reconhecimento de expressões regulares na *string* de busca.
- *Direção* - Especificação com direcionamento da busca a partir do posicionamento corrente do cursor.
- *Para frente* - Busca direcionada da posição corrente do cursor até que se alcance o final do arquivo.
- *Para trás* - Busca direcionada da posição corrente do cursor até que se alcance o início do arquivo.
- *Escopo* - Determinação da parte do arquivo em que deverá ser realizada a busca.
- *Global* - Busca no arquivo inteiro.

- *Texto selecionado* - Busca apenas no texto selecionado.
- *Origem* - Especificação de onde a busca deve ser iniciada.
- *A partir do cursor* - A busca inicia na posição corrente do cursor.
- *Todo o escopo* - A busca cobre tanto o bloco de texto selecionado ou o arquivo inteiro, dependendo da opção escolhida no escopo.

6.7 - Integração do Banco de Dados com a Internet

O Banco de Dados do SAT-5 integra-se à Internet através de páginas WEB desenvolvidas em FrontPage97 e suportado pelo SOLID Server. Também, como o protocolo utilizado para a conexão com o banco de dados é o TCP/IP, e a aplicação utiliza o ODBC, uma vez que se instale a aplicação em uma máquina cliente, configurando-a para usar o banco de dados na máquina servidora, a conexão poder ser efetivada entre quaisquer máquinas da Internet, em uma configuração onde se pode ter a aplicação rodando localmente e o servidor de banco de dados, remotamente.

Capítulo 7 - Conclusão

Nos próximos meses estaremos colocando em órbita o primeiro satélite científico brasileiro. Desde o início da Missão SACI-1, vem-se gerando uma grande expectativa em relação ao resultado final do esforço colaborativo entre aqueles que estão direta ou indiretamente envolvidos no projeto, quer sejam da comunidade científica, da área técnica ou, ainda, da área administrativa.

Tão logo o microsatélite entre em sua órbita, e após os testes iniciais de envio de telecomandos e recebimento de telemetria, estaremos dando início ao recebimento dos pacotes de telemetria dos quatro experimentos de carga útil do SACI-1. Estes dados passarão, então, a fazer parte do banco de dados TRACT do sistema SAT-5. A partir daí, a comunidade científica envolvida no projeto já poderá usufruir dos recursos do sistema, podendo visualizar os dados, realizar consultas através de interface amigável e, contar com recursos de bancos de dados modernos, como por exemplo, consultas temporais, consistência forçada e execução automática de mensagens de alerta pela atividade do próprio banco de dados. Para enriquecer o banco de dados da Missão, os pesquisadores poderão cadastrar textos de referência aos dados coletados no plasma espacial de forma a cooperar para um melhor entendimento por parte de outras pessoas envolvidas no projeto. Os inúmeros recursos do SAT-5 visam não somente atender à demanda atual, mas, principalmente, abrir um leque de novas opções que, certamente, surgirão do contato com o sistema, por parte dos coordenadores dos experimentos.

Já podemos antecipar alguns trabalhos futuros, como uma maior integração funcional entre os experimentos, o que será relativamente simples, posto que o modelo do banco de dados já prevê tal situação. Também, a realização do controle de atitude do satélite na própria estação em Natal - RN (inicialmente está previsto para acontecer em São José dos Campos - SP). Quanto ao banco de dados ativo, faz-se necessário o desenvolvimento das interfaces e de uma linguagem para a criação e modificação de regras e especificação de eventos [24].

Por fim, temos pela frente o interesse do Brasil em lançar uma série de novos microsatélites brasileiros de aplicação científica que poderão ser beneficiados pelo uso do sistema ora desenvolvido e que, dependendo do grau de aceitação do mesmo, poderá

ter novas versões num futuro breve. Pretendemos, também, divulgar o projeto nacional e internacionalmente pela participação em eventos científicos relacionados a sistemas em solo desenvolvidos para microsátélites, e, em contrapartida, obter o máximo de informações para acompanhar de perto a tecnologia nesta área e, em consequência, proporcionar melhorias na performance e na qualidade deste produto feito em cooperação da UFPb com o INPE.

Apêndice I - Hardware e Software para a Estação SACI-1

O hardware necessário para a manutenção e operação da Estação SACI-1 tem um custo estimado em aproximadamente US\$ 25.000 e está descrito a seguir:

HARDWARE	ESPECIFICAÇÃO
<p>◆ Microcomputador para o servidor de banco de dados - SOLID Server</p> 	<p><u>Pentium II</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocessador: Pentium II • Clock : 233 MHz • Memória cache: 256 Kb • Memória RAM: 64 MB, tipo SIMM, 72 pinos, 70ns • Tape Backup • Full Tower • Slots (mínimo): 3 tipo ISA, 2 tipo PCI • Controladora HD: PCI/ Enhanced IDE • Placa vídeo: PCI 1MB • Disco rígido: 10 GB - Enhanced IDE • Monitor de vídeo: 17" svga dot pitch .28 não entrelaçado • Disco flexível: 3,5" 1,44 MB • Interfaces: 1 paralela, 2 seriais - UART 16550, 1 mouse • Mouse: Alta resolução, 400 dpi, compatível Microsoft • Teclado: 101 teclas, padrão USA • Alimentação: 110/220 Volts • Unidade de CD-ROM 12x Speed; • Placa de rede: PCI, Ethernet, , jumperless, combo • Certificação: Certificado ISO 9002
<p>◆ Workstation para o SAT-5</p>	<p><u>Pentium II</u></p> <p>Pentium Pro 200 MHz - 64 Mb de RAM, HD 4 Gb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microprocessador: Pentium II • Clock : 200 MHz • Memória RAM: 64 MB, tipo SIMM, 72 pinos, 70ns • Disco rígido: 4 GB - Enhanced IDE • Kit Multimídia - CD-ROM 12x Speed com placa de som • (As outras características são as mesmas do item 1.1)
<p>◆ Workstation para o gerenciamento remoto do banco de dados</p>	<p><u>Pentium II</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesmas características do item 1.2
<p>◆ Estação backup para o servidor de bancos de dados</p>	<p><u>Pentium II</u></p> <p>Mesmas características do item 1.2</p>
<p>◆ Impressora jato de tinta</p> 	<p><u>HP Deskjet 1000C Printer</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Impressora colorida profissional • Capacidade de impressão: de 4 x 6 polegadas até 11 x 17 polegadas • Três meios de alimentação de papel • Aplicações: brochuras, transparências, faixas, etiquetas, documentos de tamanho especial etc.

<p>◆ No-Break Senoidal Inteligente</p> 	<p><u>No-Break Senoidal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: In-Line “inteligente” • Potência: 2.0 kVA • Tensão de entrada/saída: 127-220 Volts / 115/120/127/220 Volts • Frequência: 60 Hz • Carga nominal de autonomia padrão (meia carga): 15-30 minutos • Relatórios de eventos, faltas e estatísticas.
<p>◆ Sistema de Armazenamento Ótico (gravador de CD-ROM)</p> 	<p><u>PHILIPS CDD3610</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Driver de CDs regravável (CD-RW), • Unidade Multifunção, combinando um leitor de CD-ROM com um gravador de CD-R e uma unidade de CD-Regravável. • Velocidade de leitura: 6x • Velocidade de escrita: 2x • Seleção de mídia (CD, CD-R ou CD-RW): automática • Interface: IDE/ATAPI • Plug & Play • Suporte: TAO (Track At Once); DAO (Disc At Once); MS (Multisession); e modos de escrita fixos e variáveis (Packet Writing) • Formatos: possibilidade de criação de todos os formatos-padrão de CD. • IMByte de buffer • Compatibilidade com CD-Áudio, CD-ROM, CD-Bridge, DVD-ROM (formato universal UDF) etc.
<p>◆ Hub</p> 	<p><u>HP AdvanceStack 10Base-T Hub-12 (HP J2600A)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Portas de rede: 12 portas com conectores RJ-45; uma porta BNC para conexão entre hubs ou com o backbone; um slot AUI/Xcvr para a instalação opcional de um módulo Transceiver • Gerenciamento distribuído: portas de extensão RJ-45 para encadeamento de hubs, permitindo o acesso a todos os hubs da cadeia por uma conexão RS-232 ou por uma estação de gerenciamento da rede; Porta de gerenciamento RS-232 out-of-band; Software HP Stack Manager com interface gráfica para configuração, monitoração e diagnóstico em ambiente Windows. • Módulo de gerenciamento SMNP. • Confiabilidade: autoteste para identificação de falhas; segmentação automática de portas com excessivos problemas de colisão; capacidade de inclusão ou retirada de hubs com a rede em funcionamento. • Compatibilidade: protocolos IEEE 802.3 e Ethernet (versões 1 e 2)

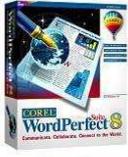
O software necessário para a manutenção e operação da Estação SACI-1 tem um custo estimado em aproximadamente US\$ 15.000 e está descrito a seguir:

SOFTWARE	ESPECIFICAÇÃO
<p>◆ Sistema Operacional - Windows NT Server (incluindo IIS Web Server)</p>	<p><u>Windows NT Server 4.0</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Operacional Windows NT (New Technology) 32 bits

	<ul style="list-style-type: none"> • Multiprocessamento • Organização estruturada dos conceitos de sistema operacional com interface gráfica • Arquitetura em camadas: Aplicações; Subsistemas Protegidos (POSIX, OS/2 etc); Monitor de Segurança, Gerenciador de Processos e de Memória Virtual; Abstração do Hardware; I/O; Gráficos; Hardware. • Suporta aplicações DOS, Windows 16-bit, Windows 32-bit, Posix etc • Possibilidade de instalação de diversos sistemas de arquivos, como FAT, HPFS ou NTFS • Suporte a até 32 processadores • Ferramentas: administrador de disco, de usuário, sistema remoto etc • Recursos de segurança: senhas, vencimento do prazo de uso de contas e registro para auditoria
<p>◆ Servidor de Bancos de Dados - SOLID Server</p> 	<p><u>Solid Server</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de administração • Alocação automática de recursos do sistema • Gerenciamento de grandes volumes de dados • Padrões: suporte a ODBC nativo e ANSI SQL2 • Backup concorrente online • Tecnologia de indexação: Bonsai Tree • Número ilimitado de tabelas, colunas, chaves etc. • Suporte a dados tipo BLOB e textos extensos • Controle de concorrência pessimista e otimista • Consistência com multiversãoamento • Suporte a multiplataformas • Arquitetura simétrica de multiprocessamento
<p>◆ Ferramenta de desenvolvimento de aplicações - Borland Delphi 3 Client/Server</p> 	<p><u>Borland Delphi 3 Client/Server</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ferramenta de Desenvolvimento Rápido de Aplicações - RAD (Rapid Application Development) para ambientes de Rede. • Linguagem orientada a objetos • Compatibilidade com o padrão SQL • Conectividade de bancos de dados via ODBC (Open Database Connectivity) • Recursos: para multimídia, relatórios, formulários, planilhas etc. • Componentes para Internet e aplicações cliente/servidor

<p>◆ Sistema de Criação e Publicação de Páginas na Web - Front Page 98</p> 	<p><u>Microsoft FrontPage 98</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente de criação e publicação de documentos na World Wide Web e em Intranets • Assistentes e Modelos • Ferramentas de edição • Recurso WebBot • Explorer (gerenciamento de links) • Conectividade com banco de dados via ODBC
<p>◆ Ferramentas de manutenção do</p>	<p><u>Norton Utilities</u></p>

<p>sistema - Norton Utilities</p>  <p>SYMANTEC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desfragmentação de discos • Recuperação de arquivos apagados • Monitoração automática dos recursos do sistema, como disco, memória, CPU e rede (Norton System Doctor) • Reorganização de arquivos para liberação de espaço e aumento de velocidade
<p>◆ Antivírus</p> 	<p><u>Norton AntiVirus 4.0 for Windows NT Server</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuição remota para instalação e atualização de versão • Atualização automática de todos os sistemas da rede via site na Web • Alerta centralizado e flexível para o administrador da rede, notificando a atividade de vírus nos sistemas. • Sistema de proteção automática de vírus novos e desconhecidos, (Bloodhound™ Technology) • Sistema de proteção automática de vírus polimórficos (Striker™ Technology) • Proteção em background de arquivos quando estes são criados, carregados, abertos, modificados ou executados. • Certificação: NCSA; Microsoft BackOffice; Secure Computing Checkmark
<p>◆ Ambiente de Programação Gráfico para Instrumentação - LabView 4.1</p> 	<p><u>LabView 4.1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulador de instrumentos (Virtual Instruments - VIs) consistindo de uma interface interativa com o usuário (painel frontal), diagrama de fluxo de dados (diagrama de blocos) e conexões por ícones. • Linguagem 'G' de programação gráfica para criação de programas em diagramas de bloco • Biblioteca: aquisição de dados; GPIB e controle de instrumentos; análise de dados; apresentação de dados; armazenamento de dados. • Execução animada • Depurador passo-a-passo

<p>◆ Corel WordPerfect Suite8</p> 	<p><u>Corel WordPerfect Suite8</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conjunto de ferramentas colaborativas de produtividade • Revisões de documentos em grupo • Facilidade de uso • Características para Internet (hyperlinks automáticos; suporte ao padrão HTML) • Capacidades SGML
<p>◆ Visio 5.0</p>	<p><u>Visio 5.0 Professional</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Software de diagramação gráfica

	<ul style="list-style-type: none">• Visualização da infraestrutura IT do empreendimento• Diversidade de templates (diagramas de blocos, equipamentos de rede, bancos de dados etc)
◆ Software de Backup - Cheyenne	<u>Cheyenne ARCserve/Open 2.2</u> <ul style="list-style-type: none">• Permite configuração pelo cliente• Backup automático• Backups simultâneos• Geração de mensagens via e-mail e SNMP• Compressão de dados

Apêndice II - Abstract Aprovado pela IASTED International - CSA'98

Recentemente, em 14 de outubro de 1997, atendemos a um *Call for Papers* da *International Association of Science and Technology for Development - IASTED International Conference*, com a submissão do artigo intitulado “*A Telemetry Data Visualization System for the SACI-1 Brazilian Microsatellite*” (“Um Sistema de Visualização de Dados de Telemetria para o Microsatélite Brasileiro SACI-1”), de autoria de Romualdo Alves Pereira Júnior e Ulrich Schiel, recebendo a aprovação do mesmo em 18 de dezembro de 1997, em mensagem enviada pelo Prof. Atif Nsour, da Yamouk University, a qual é apresentada a seguir:

X-POP3-Rcpt: romualdo@jerimum
Return-Path: <ansour@yu.edu.jo>
Date: Thu, 18 Dec 1997 00:52:21 -0800
From: "a. nsour" <ansour@yu.edu.jo>
Reply-To: ansour@yu.edu.jo
Organization: Yarmouk University
To: romualdo@crn.inpe.br
Subject: Acknowledgment

Dear Romualdo Alves,

I am glad to tell you that your paper entitled
"A Telemetry Data Visualization System for SACI-1 Brazilian
Microsatellite" has been accepted to be presented in the coming IASTED
conference held on 30-March 1998 in Irbid, Jordan .
Secretariate will contact you for further information in the near future
Hope to see you in Jordan.

Sincerely yours

--

Atif Nsour, Ph.D.

Computer and Control Engineering Department, Chairman

Hijawi Faculty of Engineering Technology, Yarmouk University

Tel. 962-2-271100 xt. 4439, Fax. 962-2-274725, Email: ansour@yu.edu.jo

Posteriormente, recebemos a carta oficial do Comitê de Programas da IASTED International, a seguir:

January 7, 1998

ROMUALDO ALVES PEREIRA JR.
INST. NAC. DE PESQUISAS ESPACIAIS
CENTRO REGIONAL DE NATAL
AV. SALGADO FILHO, 3000 - CX POSTAL 130
59001-979 - NATAL-RN - BRAZIL

Dear DR. PEREIRA JR.,

It gives me pleasure to inform you that based upon the manuscript we have received, your paper,

Paper #: 271-118

Entitled: A telemetry data visualization system for SACI-1 brazilian microsatellite

has been accepted for presentation at the IASTED International Conference on Computer Systems and Applications which will be held at the Yarmouk University in Irbid, Jordan on March 30-April 2, 1998 in Irbid, Jordan.

Enclosed are special forms and instructions for the preparation of your manuscript.

We hereby invite you to attend the conference to present your research. We are looking forward to a successful and informative conference.

Yours sincerely,

Nadia Hamza
for the IASTED International Program Committee

Apêndice III - Sites Interessantes na World Wide Web

A seguir, apresentamos em ordem alfabética alguns endereços de *sites* interessantes na WWW que se relacionam, de alguma forma, a esta dissertação de mestrado:

- **Active Database Central** - <http://www.ida.his.se/ida/adc>
- **Astronomia & Astronáutica** - <http://www.domain.com.br/~mourao>
- **Borland Online** - <http://www.borland.com/>
- **CBERS** - <http://vortice.met.inpe.br/chinese/ch-br-satel.html>
- **CNPq** - <http://www.cnpq.br>
- **CNR** - <http://www.ba.cnr.it/>
- **IASTED** - <http://www.iasted.com>
- **INPE** - <http://www.inpe.br>
- **INPE/CRN**: <http://www.crn.inpe.br>
- **NASA Home Page** - <http://www.nasa.gov>
- **Small Satellites Home Page** - <http://www.ee.surrey.ac.uk/EE/CSER/UOSAT/SSHP>
- **SPIE** - <http://www.spie.org>
- **Temporal Database Glossary** - <http://www.cs.auc.dk/~csj/Glossary>
- **UFPb/DSC** - <http://www.dsc.ufpb.br>

Apêndice IV - Comandos SQL do SOLID Server

A seguir, apresentamos em ordem alfabética os comandos SQL do SOLID Server:

Comando	Uso
ADMIN COMMAND	Extensão SQL que executa comandos do administrador.
ALTER TABLE	Modifica a estrutura de uma tabela. Colunas podem ser adicionadas, modificadas ou removidas.
ALTER USER	Modifica a <i>password</i> de um usuário.
CALL	Chama rotinas de procedimentos armazenados.
COMMIT	Torna permanente as mudanças feitas no banco de dados e finaliza a transação
CREATE EVENT	Sinaliza um evento ocorrido no banco de dados. (Particularmente interessante para bancos de dados ativos).
CREATE INDEX	Cria um índice para uma tabela baseada nas colunas especificadas. Permite a indexação de chaves com valores únicos e ainda a ordenação ascendente ou descendente do índice.
CREATE PROCEDURE	Cria um procedimento (simples programa que é executado no servidor). O usuário pode criar procedimentos que contêm muitos comandos SQL ou uma transação completa e executá-la com uma simples chamada. O uso de procedimentos armazenados reduz o tráfego na rede e permite um controle mais estrito para os direitos de acesso e operações no banco de dados.
CREATE ROLE	Cria um novo papel.
CREATE SEQUENCE	Cria um objeto de sequência, que é usado para gerar números sequenciais. Usando-se sequências garante-se que não existirão buracos nos números sequenciais. A alocação do número de sequência é limitada à transação corrente, no caso de sequências densas. Em sequências esparsas, não há esta limitação.
CREATE TABLE	Cria tabelas. O comando requer uma lista de colunas criadas, os tipos de dados e, se aplicável, tamanhos de valores dentro de cada coluna. Adicionalmente, pode-se informar a obrigatoriedade ou não do valor da coluna.
CREATE USER	Cria um novo usuário, com uma determinada password.
CREATE VIEW	Cria uma visão, que pode ser entendida com sendo uma tabela virtual, isto é, uma tabela que não existe fisicamente a qual é formada por uma especificação de query sobre uma ou mais tabelas.
DELETE	Exclui linhas especificadas de uma determinada tabela, dependendo das condições de busca.
DELETE (posicionado)	Exclui a linha corrente do cursor.
DROP EVENT	Remove do banco de dados o evento especificado.
DROP INDEX	Remove do banco de dados o índice especificado.
DROP PROCEDURE	Remove do banco de dados o procedimento especificado.

DROP ROLE	Remove do banco de dados o papel especificado.
DROP SEQUENCE	Remove do banco de dados a sequência especificada.
DROP TABLE	Remove do banco de dados a tabela especificada.
DROP USER	Remove do banco de dados o usuário especificado.
DROP VIEW	Remove do banco de dados a visão especificada.
EXPLAIN PLAN FOR	Mostra o plano de busca para um comando SQL específico.
GRANT	Concede privilégios para um usuário ou papel específicos; ou concede os privilégios de um papel a um usuário.
INSERT	Insere um valor para cada coluna na ordem especificada em tempo de definição da tabela. Preferencialmente, as colunas são especificadas como parte do comando, tornando-se desnecessário manter a ordem das colunas.
INSERT (com query)	Cria uma tabela virtual com as colunas selecionadas na query.
REVOKE (papel)	Revoga o papel de determinado usuário.
REVOKE (privilégio)	Revoga privilégios de usuários e de papéis.
ROLLBACK	Descarta as mudanças ocorridas no banco de dados e termina a transação.
SELECT	Recupera informações do banco de dados.
SET	Estabelece todas as atribuições, exceto as contidas no arquivo solid.ini.
SET SCHEMA	Efetiva a resolução de nomes de entidades default, não mudando quaisquer direitos de acesso às entidades do banco de dados.
UPDATE (posicionado)	Atualiza a coluna corrente do cursor. O nome do cursor é definido usando-se a função API do ODBC denominada SQLSetCursorName.
UPDATE (searched)	Modifica os valores de uma ou mais colunas em uma ou mais linhas, de acordo com as condições de busca.

Referências Bibliográficas

- [1] **AGERWALA T.** Putting Petri nets to work. In: *Proceedings of the IEEE* - p.85-94, New York, december/1979.
 - [2] **BARBOSA, M.J.F.; FRANCISCO, M.F.M.** *Magnetometer payload requirements*. São José dos Campos: INPE, agosto/1996 (Relatório Técnico).
 - [3] **CASANOVA, M.A., MOURA, A.V.** *Princípios de sistemas de gerência de bancos de dados distribuídos*. Campus: Rio de Janeiro, 1985.
 - [4] **COUGO, P.** *Modelagem conceitual e projeto de bancos de dados*. Campus: Rio de Janeiro, 1997.
 - [5] **DATE, C. J.** *Bancos de dados - tópicos avançados*. Campus: Rio de Janeiro, 1988.
 - [6] **DATE, C. J.** *Introdução a sistemas de bancos de dados*. 4^a. ed., Campus: Rio de Janeiro, 1986.
 - [7] **DIAS, A.; FRANCISCO, M.F.M.** *ORCAS payload requirements*. São José dos Campos: INPE, março/1997. (Relatório Técnico)
 - [8] **ELMASRI, R.; NAVATHE, S.B.** *Fundamentals of database systems*. Second Edition. The Benjamim/Cummings Publishing Company, Inc: Redwood City, 1994.
 - [9] **FRANCISCO, M.F.M.** *Telecommand and telemetry format for SACI-1 satellite payload*. São José dos Campos: INPE, julho/1997. 14p. (Relatório Técnico)
 - [10] **FRANCISCO, M.F.M; NERI, J.A.C.F.; PEREIRA JR., R.A.** A relational data base for the space plasma data collected by the SACI-1 mission. In: *Proceedings of SPIE Conference - Multispectral Imaging for Terrestrial Applications II*. Vol. 3119. SPIE: San Diego, 1997.
 - [11] **JAMES, G.** *Document databases*. Van Nostrand Reinold: New York, 1985.
 - [12] **KOLOVSON C.P.** Indexing techiques for historical databases. In: *Temporal databases - theory, design and implementation*. Redwood City: Benjamim/Cummings Publishing Company, 1993. p. 418-432.
 - [13] **LABVIEW.** *LabView communications - vi reference manual*. National Instruments, 1996.
-

-
- [14] **LUNDIN, S.; GRAHN, S.; HOLMQVIST, B.** A reliable high performance control centre for scientific satellites using personal computers. In: *Proceedings of the International Symposium of Spacecraft Ground Control and Flight Dynamics*. São José dos Campos, 1994.
- [15] **MCGRAW-HILL.** *McGraw-Hill encyclopedia of science & technology*. Vol. 12, p. 34-55. New York: McGraw-Hill, 1977.
- [16] **MATCHO, J. et al.** *Usando Delphi 2*. Campus: Rio de Janeiro, 1996.
- [17] **MOURÃO, R. R. de F.** *Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.
- [18] **NASA Science Data Systems Standards Office.** *Flexible image transport system - FITS*. Greenbelt: december, 1990. 51p. (Draft Standard Code 933).
- [19] **NAVATHE, S.B; AHMED, R.** Temporal extensions to the relational model and SQL. In: *Temporal databases - theory, design and implementation*. Redwood City: Benjamim/Cummings Publishing Company, 1993. p. 92-109.
- [20] **NERI, J. A. C. F.; et al.** The Brazilian Scientific Microsatellite SACI-1. In: *Proceedings of the Symposium on Small Satellites for Earth Observation. International Academy of Astronautics (IAA)*. Berlin, november 4-8, 1996.
- [21] **O'NEIL, P.** *Database - principles, programming, performance*. Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco, 1994.
- [22] **PERKUSICH, A; FIGUEIREDO, J.C.A.** Concepção de sistemas orientados a objetos: abordagem por redes de Petri. In: *Anais do XV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - JAI95*. Canela: SBC, 1995.
- [23] **RAE, J.C.P.; et al.** *Plasma probe payload requirements*. São José dos Campos: INPE, março/1997. (Relatório Técnico)
- [24] **van RIJSBERGEN, C.J.** Events in an active object-oriented database system. In: *Workshops in computing - Rules in database systems*. Springer-Verlag: Edinburgh, 1993.
- [25] **SALEMI, J.** *Guia para banco de dados cliente/servidor*. 2^a. ed., Infobook: Rio de Janeiro, 1995.
- [26] **SALTON, G.** *Automatic text processing - the transformation, analysis, and retrieval of information by computer*. Addison-Wesley Publishing Company: Reading, 1989.
-

- [27] **SOLID.** *Solid server administrator's guide.* Solid InformationTechnology Ltd: Helsinki, 1997.
 - [28] **SOLID.** *Solid server technical description.* Solid InformationTechnology Ltd, Helsinki, 1997.
 - [29] **TANENBAUM, A.** *Modern operating systems.* Prentice-Hall, Inc.: Englewood Cliffs, 1992.
 - [30] **TANSEL, A. U.; CLIFFORD, J., GADIA, S. et al.** *Temporal databases - theory, design and implementation.* Series on database systems and applications. Benjamim/Cummings Publishing Company, Inc: Redwood City, 1993.
 - [31] **WIDOM, J.; CERI, S.** *Active Database Systems - Triggers and Rules for advanced database processing.* Morgan Kaufmann Publishers, Inc: San Francisco, 1996.
-