

SONIA LUIZA TERRON

DESENVOLVIMENTO DA BASE GEOMÉTRICA
PARA UM CADASTRO TÉCNICO RURAL

Dissertação apresentada ao Curso
de Pós-Graduação em Ciências Geo
désicas para obtenção do grau de
Mestre em Ciências pela Universi
dade Federal do Paraná

CURITIBA

1987

AGRADECIMENTOS

Ao Professor e amigo Dr. Ernest-Ulrich Fischer, pela excelente orientação e incentivos constantes durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Carlos Alberto Picanço de Carvalho, pelas sugestões.

Ao Sr. Reinhard Heissler, pela atenção durante a fase prática da pesquisa.

À família, pelo apoio.

RESUMO

O cadastro técnico de áreas rurais e urbanas é relativamente recente no Brasil e ainda carente de pesquisas sobre metodologias de levantamento, tratamento e armazenamento dos dados cadastrais.

O desenvolvimento de um modelo conceitual para estruturação da base geométrica de um Cadastro Técnico Rural e sua implementação prática em microcomputador é o assunto desta pesquisa.

O desenvolvimento da pesquisa envolve o estudo das estruturas de dados digitais e a comparação entre algumas em particular.

Esta publicação descreve o modelo conceitual adotado e a organização de todos os arquivos da base geométrica implementada, apresentando ainda algumas conclusões e sugestões baseadas nos resultados desta experiência.

ABSTRACT

The technical cadastre of rural and urban areas is relatively recent in Brasil and researches on methodology for surveying, treatment and storage of the cadastral data are still needed.

The conceptual development of the geometric data base for a Cadastral System and its practical implementation on microcomputer is the subject of this research.

The development of the research involves the study of the digital data structures and the comparing of some of them in particular.

This publication describes the adopted conceptual model and the organization of all geometric data base files implemented, also reporting some conclusions and suggestions based on the results of this experience.

S U M Á R I O

	pág
AGRADECIMENTOS-----	ii
RESUMO-----	iii
ABSTRACT-----	iv
SUMÁRIO-----	v
LISTA DE FIGURAS-----	viii

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CADASTRO: BREVE HISTÓRICO-----	01
1.2 A BASE DE DADOS NA EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CADASTRAIS =	04
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA-----	08

CAPÍTULO 2

MODELO CONCEITUAL DA BASE GEOMÉTRICA DO CTR

2.1 INTRODUÇÃO-----	10
2.2 A VISÃO ESPACIAL APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DA BASE GEOMÉTRICA-----	11
2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMA- ÇÃO UTILIZANDO A BASE GEOMÉTRICA-----	14

CAPÍTULO 3

ESTRUTURA DA BASE GEOMÉTRICA DO CTR

3.1	INTRODUÇÃO-----	16
3.2	DIVISÃO ESPACIAL E CODIFICAÇÃO DE PARCELAS-----	17
3.3	ESTABELECIMENTO DO"GRID"DE CARTAS CADASTRAIS-----	19
3.4	CODIFICAÇÃO DOS PONTOS-----	22
3.5	ALTERAÇÃO DE IDENTIFICADORES DE PARCELAS-----	25
3.6	ESTRUTURA DE ARQUIVOS DISTRIBUÍDOS-----	30

CAPITULO 4

IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA

4.1	O SUBSISTEMA OPERACIONAL DO CTR-----	34
4.2	OS ARQUIVOS DE PONTOS-----	37
4.3	OS ARQUIVOS DE PARCELAS-----	48
4.4	ENDEREÇAMENTO DE REGISTROS-----	56
4.5	CARGA DOS ARQUIVOS-----	56
4.6	TRATAMENTO DE REGISTROS DISPONÍVEIS-----	57
4.7	CONSULTA A ARQUIVOS-----	58
4.8	MANUTENÇÃO DE ARQUIVOS-----	59
4.9	AVALIAÇÃO DE CONFRONTANTES-----	60
4.10	ARQUIVOS E LISTAGENS DE SAÍDA-----	60

CAPITULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES-----	62
APÊNDICE 1: ESTRUTURAS DE DADOS DIGITAIS-----	67
APÊNDICE 2: ORGANIZAÇÃO DE REGISTROS DISPONÍVEIS-----	92
GLOSSÁRIO-----	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	97

LISTA DE FIGURAS

		pág
2.1	RELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS EM UMA ESTRUTURA TOPOLO- GICA-----	12
2.2	UM SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÃO-----	15
3.1	ESQUEMA DO "GRID" DE CARTAS CADASTRAIS-----	20
3.2	NUMERAÇÃO DE CARTAS CADASTRAIS EM ESCALA 1:10000----	21
3.3	NUMERAÇÃO DE CARTAS CADASTRAIS EM ESCALA 1:20000----	21
3.4	CODIFICAÇÃO DE PONTOS-----	22
3.5	EXEMPLO DE PONTOS EM CARTA CADASTRAL 1:10000-----	24
3.6	ERRO DE LEVANTAMENTO DE DIVISA-----	26
3.7	ERRO DE DETERMINAÇÃO DE DISTÂNCIA-----	27
3.8	ERRO DE CONSTRUÇÃO-----	27
3.9	SITUAÇÃO DURANTE O LEVANTAMENTO CADASTRAL-----	29
3.10	SITUAÇÃO DEPOIS DA SUBDIVISÃO DA PARCELA 24 em 24/1 E 24/2-----	29
3.11	SITUAÇÃO DEPOIS DA UNIÃO DAS PARCELAS 24/2 E 25 EM 25/1-----	30
3.12	SITUAÇÃO DEPOIS DA CORREÇÃO DE UMA DIVISA ERRADA----	30
3.13	ESTRUTURA DE ARQUIVOS DISTRIBUÍDOS-----	33
4.1	SUBSISTEMA OPERACIONAL DO CTR-----	35
4.2	ESTRUTURA LÓGICA DOS ARQUIVOS DE PONTOS-----	38

4.3	ESQUEMA DE ARQUIVO DE PONTOS-----	40
4.4	ESQUEMA DE REGISTRO DE CABEÇALHO-----	41
4.5	ESQUEMA DE REGISTRO DE ÍNDICE-----	42
4.6	CONFIGURAÇÃO ANTIGA DE UM REGISTRO DE ÍNDICE-----	42
4.7	ESQUEMA DE REGISTRO DE PONTO-----	43
4.8	CAMPOS COM INFORMAÇÕES SOBRE PARCELAS NO REGISTRO DE PONTO-----	45
4.9	ESQUEMA DE REGISTRO ELO DA CADEIA PARA INFORMAÇÕES <u>EX</u> CEDENTES-----	46
4.10	ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ARQUIVOS-----	47
4.11	ESTRUTURA LÓGICA DOS ARQUIVOS DE PARCELAS-----	49
4.12	ORGANIZAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DAS INFORMAÇÕES REFEREN <u>TE</u> S ÀS PARCELAS-----	51
4.13	ESQUEMA DE REGISTRO DE ARQUIVO ÍNDICE DE PARCELAS---	52
4.14	ESQUEMA DE REGISTRO CABEÇALHO DE ARQUIVO DE PARCELAS	53
4.15	ESQUEMA DE REGISTRO DE PARCELAS-----	54
4.16	ESQUEMA DE REGISTRO ELO DE CADEIA PARA INFORMAÇÕES <u>EX</u> CEDENTES-----	55
A.1	ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL RÍGIDA-----	68
A.2	ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL LÓGICA-----	68
A.3	LEITURA SEQUENCIAL DE REGISTROS-----	70
A.4	PESQUISA BINÁRIA-----	70
A.5	INSERINDO E EXCLUINDO REGISTRO EM UMA ORGANIZAÇÃO <u>SE</u> QUENCIAL LÓGICA-----	72
A.6	ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL INDEXADA-----	74

A.7	PESQUISA SOBRE VÁRIOS ÍNDICES-----	75
A.8	ORGANIZAÇÃO COM INDEXAÇÃO EM NÍVEIS-----	77
A.9	PESQUISA DE UM REGISTRO COM CHAVE DE ORDENAÇÃO 250 <u>SO</u> BRE ESTRUTURA SEQUENCIAL INDEXADA EM 3 NÍVEIS-----	79
A.10	ORGANIZAÇÃO INDEXADA-----	81
A.11	PROCESSO DE ESCOLHA DE DÍGITOS-----	85
A.12	ORGANIZAÇÃO RANDÔMICA COM TRATAMENTO DE COLISÕES POR ENCADEAMENTO DIRETO-----	86
A.13	CADEIA ABERTA-----	87
A.14	CADEIA FECHADA-----	88
A.15	CADEIA RÉ-VANTE-----	89
A.16	UM MESMO REGISTRO COMO ÂNCORA DE DUAS CADEIAS -----	90
A.17	REGISTRO ELO DE UMA CADEIA COMO ÂNCORA DE OUTRA-----	91

À Terra.

CAPÍTULO 1

I N T R O D U Ç Ã O

1.1 CADASTRO: BREVE HISTÓRICO

As origens do cadastro remontam a pelo menos 4000 anos atrás com as primeiras civilizações estabelecidas nas regiões férteis do Egito e Mesopotâmia. Estes povos desenvolveram suas comunidades com base na agricultura e em fortes instituições de propriedade. Informações sobre levantamentos e demarcação de terras às margens do rio Nilo, Tigre e Eufrates constam de registros anteriores ao ano de 1980 a.C. |20|.

Entretanto, o conceito ocidental de privatização de terras parece ser oriundo das civilizações grega e romana.

Na Grécia, uma instituição baseada no clã, na família, evoluiu gradativamente para grandes aristocracias de terras e escravização da maioria da população. Há referências à institucionalização do conceito de propriedade por Solon, depois de sua eleição para magistrado de Atenas, em 594 a.C., quando realizou uma grande reforma agrária |20|.

Em Roma, a instituição da propriedade também teve origem na família. O conceito romano de propriedade sofreu muita

influência das relações domésticas, políticas e econômicas. Enquanto a terra ficava em domínio absoluto da família, o estado obtinha grande parte de sua renda na tributação destas terras. Na época, o estado mantinha rigorosos cadastros fiscais |20|.

Se gregos e romanos baseavam a instituição da propriedade na família, na Inglaterra o conceito de propriedade foi influenciado pela relação de dependência entre famílias nos feudos. A influência do sistema feudal provavelmente atingiu seu ápice no final do décimo segundo século |20|. Nesta época estima-se que dois terços da população era composto de escravos deste sistema. O declínio do feudalismo teve início simbólico com a assinatura da carta magna e veio a culminar com o Estatuto da Terra, em 1660 e com o Ato de Assentamento, em 1700 |20|.

No início do século XIX Napoleão ordenou o estabelecimento do cadastro na França, marcando assim o começo de uma nova era para o desenvolvimento cadastral. Desde então, a forma e o conteúdo dos documentos cadastrais vêm sofrendo rápidas mudanças |03|.

A partir daí, um outro fator veio contribuir para o estabelecimento de cadastros: a comercialização da terra.

No Brasil, a titulação da propriedade passou por diversas fases de estabelecimento de registros, culminando com a criação do Registro de Imóveis em 1916 |04|.

Em 1946 a Constituição Federal delegou autonomia aos municípios brasileiros para decretação de títulos e arrecadação

de tributos de sua competência. Os municípios iniciaram sua organização para cobrança de títulos implantando os primeiros ca
dastros fiscais imobiliários de áreas urbanas.

Em 1964 o imposto sobre propriedades rurais passou a ser arrecadado pela união, necessitando de um cadastro, um ac
ervo sobre imóveis rurais, proprietários e arrendadores. Era o Ca
dastro de Imóveis Rurais, instituído pelo Estatuto da Terra (Lei nº 4.504/64) e institucionalizado pela Lei nº 5.868/72 (que criou o Sistema Nacional de Cadastro Rural) |18|. Este sistema compre
ende o levantamento sistemático dos imóveis rurais existentes no País, objetivando o conhecimento de sua estrutura agrária e a ob
tenção dos dados e elementos necessários à tributação da ter
ra, fornecendo informações que servirão de base para estudos e análises com vistas à melhoria das condições de vida no campo |18|.

Segundo estes dados nota-se que o cadastramento de áreas rurais no Brasil é relativamente recente e, ainda que os esfor
ços neste sentido tenham sido ampliados, inclusive com iniciativas de governos estaduais, a própria extensão territorial é, por si só, objeto de grandes dificuldades. Além disto, o cadastramen
to técnico é tarefa árdua e de alto custo, principalmente em áreas mais inóspitas; demanda tempo e necessita sobremaneira
atualizações frequentes. Assim, diante dos muitos problemas técnicos que têm encontrado os profissionais atuantes nesta área e, de
vido sua comprovada importância como ferramenta indispensável ao planejamento e controle das atividades agrícolas, tributárias, de regulamentação de terras e outras; é que se considera de suma
importância investir em pesquisas sobre o tema.

1.2 A BASE DE DADOS NA EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CADASTRAIS

Historicamente, o conceito de cadastro surgiu da necessidade de identificação de unidades individuais de terra, ainda que para fins de distribuição e coleta de tributos. A especificação de interesses na terra não teria significado sem a definição da unidade de terra para a qual é aplicável; uma parcela fundamental e única |28 |.

Entretanto, a instituição do cadastro trouxe benefícios outros aos que possuíam ou utilizavam as terras. Com o desenvolvimento da sociedade e modernização da visão dos direitos do indivíduo por parte do estado, o cadastro tornou-se o instrumento lógico para definição e proteção dos direitos pessoais sobre a terra.

Independente de forma ou característica, um cadastro tem suporte originário de duas fontes: o estado, para propósitos de planejamento e administração; e o indivíduo, que procura uma definição clara e efetiva de seus direitos sobre a propriedade | 03|.

Por outro lado, a importância de um sistema cadastral não está restrita à ideologia ou estrutura político-econômica de um país |03 |.Até em alguns países socialistas , onde há restrições à propriedade privada, existem sistemas cadastrais |03|. Isto prova que levantamentos do uso da terra, mesmo desvinculados do conceito de propriedade privada, são motivos suficientes para criação e manutenção de cadastros, pois servem para o pla-

nejamento.

Com o desenvolvimento dos sistemas cadastrais, a carta cadastral, seu principal componente, evoluiu de diagrama de divisas de propriedades à representação detalhada da região contendo, não somente as divisas, mas também feições naturais e artificiais do terreno. Além disto, outras informações como dados pessoais de proprietários, direitos específicos, hipotecas, eram arquivados como parte integral do sistema |03 |.

Assim, quando a carta cadastral deixou de ser diagrama aproximado de divisas de propriedades para tornar-se uma valiosa fonte de informações, sua utilidade foi descoberta. Estava evidente que seu uso deveria ser estendido a todas as outras atividades que necessitassem de cartas confiáveis, uma vez que um único programa de mapeamento seria suficiente.

A partir desta constatação evoluiu-se para um conceito de cadastro para múltiplos fins como sendo ideal.

Este cadastro não exige a aquisição de todas as informações em um levantamento único. Desenvolver um cadastro para múltiplos fins significa tornar disponível uma boa base para se estruturar novos dados, ou seja, prover de boa qualidade as informações e as cartas cadastrais para que sejam úteis também a outras aplicações que não estritamente cadastrais |03 |. Há muitas aplicações que se podem beneficiar de um cadastro deste tipo, como o planejamento de transporte rodoviário, ferroviário, e hidroviário, projetos de irrigação e drenagem, distribuição de eletricidade, e outras.

Devido às muitas vantagens que oferecem, atualmente a preferência tem sido dada à cadastros para múltiplos fins e à sua manutenção como base até para amplos sistemas geográficos de informação.

Entretanto, a eficiência dos sistemas cadastrais e a viabilidade de ampliação destes estão diretamente vinculadas à organização da base de dados cadastrais.

Devido ao grande volume de dados, oriundo dos levantamentos cadastrais e, à disponibilidade atual de sistemas computacionais, estes sistemas vêm sendo cada vez mais utilizados para a armazenamento da base de dados cadastrais.

Os dados básicos resultantes de um cadastramento técnico são:

- (a) a configuração geométrica de cada unidade de terra;
- (b) sua localização de acordo com o sistema de coordenadas em vigor;
- (c) dados descritivos sobre proprietário, referência no registro de imóveis, uso do solo e outros, conforme a determinação inicial do projeto.

Sejam os dados de geometria e localização, (a) e (b), das unidades, denominados de dados de geometria e os demais, dados ou informações alfanuméricas. Os dados alfanuméricos recolhidos no

levantamento cadastral estão vinculados aos objetivos do cadastro, porém os de geometria são invariantes e indispensáveis a qualquer cadastro técnico. O conjunto destes dados de geometria representa o órgão vital do sistema cadastral no que se refere à localização e descrição espacial da unidade, à qual serão referidos os demais dados.

O armazenamento das informações (itens a, b e c), pode ser estruturado em uma base de dados única para o sistema cadastral, porém este procedimento possui alguns aspectos desvantajosos. Para outras aplicações que utilizem os dados do cadastro pode haver interesse na obtenção específica das informações alfanuméricas, ou exclusivamente dos dados de geometria. O fornecimento destas informações é facilitado pelo armazenamento distribuído. Esta separação é também vantajosa por permitir a distribuição dos dados em arquivos talvez menores e mais eficientes.

Portanto, na estruturação dos dados cadastrais é preferencialmente adotado um sistema de arquivos distribuídos em duas bases de dados: uma base geométrica e uma base alfanumérica.

Num sistema cadastral é extremamente vantajosa a manutenção de uma base geométrica como fonte dos dados da carta cadastral digital. O mapeamento digital é especialmente recomendada pela facilidade de atualização.

Assim, devido sua importância como órgão vital do sistema cadastral, a base geométrica deve ser bem estruturada segundo

um modelo conceitual que possibilite o fornecimento de informações seguras com a máxima eficiência.

1.3. OBJETIVOS DA PESQUISA

Esta pesquisa trata do desenvolvimento de um modelo conceitual para estruturação da base geométrica para um cadastro técnico rural e sua implementação prática em microcomputador,

Os objetivos da pesquisa, em caráter prático, envolvem o desenvolvimento e implantação da base geométrica para o projeto piloto de Cadastro Técnico Rural (CTR), abrangendo sete municípios do Estado do Paraná. A experiência é executada pelo Instituto de Terras, Cartografia e Florestas (ITCF) do referido Estado e pelo Governo Estadual de Baden - Württemberg (República Federal da Alemanha). Os municípios envolvidos são: Mallet, Rio Azul, São Mateus do Sul, Paulo Frontin, União da Vitória, Cruz Machado e Inácio Martins.

A base alfanumérica, quando do início da pesquisa, já estava sendo desenvolvida e implantada, pela equipe técnica do CTR, em ambiente de microcomputador. Com a implantação da base geométrica no mesmo equipamento, as duas passam a estruturar o núcleo do que foi denominado o subsistema operacional do CTR (conjunto de todos os programas e arquivos).

A linguagem BASIC foi escolhida para codificação dos programas devido aos motivos:

(a) interesse em analisar sua eficiência, como uma linguagem bastante difundida em ambiente de microcomputador, no tratamento de arquivos de dados digitais;

(b) homogeneização do sistema pois os demais programas já estavam sendo codificados nesta mesma linguagem..

Esta proposta subentende ainda a análise do desempenho de algumas estruturas de armazenamento e métodos de acesso para os arquivos de dados digitais e, a avaliação da viabilidade e comportamento de uma base geométrica desenvolvida para fins específicos e implantada em microcomputador.

CAPÍTULO 2

MODELO CONCEITUAL DA BASE GEOMÉTRICA DO CTR

2.1 INTRODUÇÃO

A escolha da estrutura de dados para qualquer aplicação de mapeamento insinua uma relação com determinada teoria espacial. O modelo espacial é elaborado para descrever as estruturas gráficas de um mapa e armazená-las em arquivos digitais dentro das aplicações da cartografia moderna (baseada em computadores).

A base geométrica detém os dados espaciais do CTR e para estruturá-la foi necessário a definição do espaço através da identificação de seus componentes e das relações entre eles.

Um dos objetivos deste capítulo é discorrer sobre a visualização de espaço utilizada no desenvolvimento da base geométrica.

O desenvolvimento de um sistema cadastral é um empreendimento bastante oneroso e portanto deve ser planejado com rigor. As informações devem ser estruturadas de modo a permitir sua máxima utilização, reduzindo a relação custo/benefício do projeto. Uma base geométrica que permita o fornecimento dos dados inclusive para aplicações fora do serviço cadastral é portanto

indispensável. Certamente o desenvolvimento de um Sistema Geográfico de Informação (SGI) também pode aproveitar-se disto.

A seção 2.3 refere-se ao desenvolvimento de um SGI utilizando a base geométrica do CTR, como forma de expansão de sistemas utilizando bases de dados adequadamente estruturadas.

2.2 A VISÃO ESPACIAL APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DA BASE GEOMÉTRICA

Uma estrutura de dados cria um modelo conceitual da informação espacial [05].

Cada modelo espacial para cartografia é organizado sobre a suposição de uma unidade básica do espaço. Entretanto, apenas as mais primitivas estruturas de dados param na definição destas unidades. As estruturas de dados devem preferencialmente incluir a definição de um conjunto de procedimentos para relacioná-las [05]. Algumas relações espaciais podem ser incorporadas na estrutura de dados, tanto explícita quanto implicitamente. O caso das relações incorporadas é particularmente importante para utilidade conceitual de uma estrutura de dados [05].

Uma das inovações conceituais na cartografia baseada em computador foi a introdução de estruturas de dados fundamentadas em relações entre objetos. A aplicação da teoria dos grafos neste sentido proporcionou um modelo conceitual para representação destas relações.

Segundo esta visão o espaço pode ser descrito por um conjunto de nós, segmentos (conexões entre nós) e polígonos. Esta visão é também conhecida como visão topológica, onde não há comprometimento com a geometria, apenas com as relações entre os elementos estruturais. A figura 2.1 apresenta as relações entre os elementos de uma estrutura topológica. A cada nós são adjacentes n segmentos, porém um segmento admite apenas um nó incidente em cada extremidade. Um polígono contém m segmentos, porém um segmento só pode estar contido em, no máximo, dois polígonos simultaneamente. Um nó pode estar contido em n polígonos (tantos polígonos quantos forem os segmentos) e um polígono pode conter m nós (tantos nós quantos forem os segmentos).

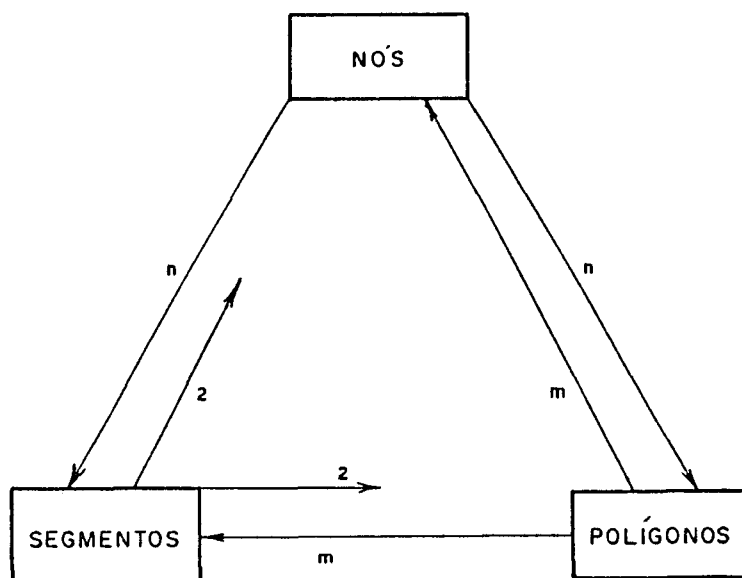


Figura 2.1 Relações entre os Elementos em uma Estrutura Topológica.

Esta visão de espaço foi levada em consideração no modelo conceitual da base geométrica, o que reduziu a carta cadastral, representante do espaço, em um conjunto de nós, segmentos e polígonos. Sendo esta uma aplicação cadastral, os elementos serão referidos como pontos, segmentos e parcelas.

A visão espacial por objeto, quando comparada com a visão por elemento, traz algumas desvantagens.

Ao armazenar independentemente cada parcela, como uma lista de pontos delimitantes; para cada ponto compartilhado por parcelas há pelo menos uma duplicata em qualquer lugar do arquivo. Se algum ponto for adicionado ou excluído, a descrição de parcela adjacente deve também ser alterada. E isto só é possível através da pesquisa exaustiva das parcelas.

Na visão espacial adotada as parcelas adjacentes e conectadas tem suas ligações descritas, o que permite identificar com facilidade aquelas que são afetadas por uma modificação em qualquer uma delas.

Segundo este modelo conceitual os dados espaciais do CTR foram estruturados em arquivos de pontos e arquivos de parcela, onde a geometria e localização espacial passaram a ser atributos dos elementos estruturais. Destes arquivos podem ser recuperadas com eficiência todas as informações geométricas necessárias ao serviço cadastral, inclusive à saída gráfica das cartas cadastrais.

Esta estrutura possibilita o relacionamento de quaisquer outros atributos aos elementos estruturais viabilizando o crescimento do sistema.

A estruturação dos arquivos segundo os princípios desta visão topológica evita o armazenamento redundante de dados, economizando espaço de memória e garantindo consistência e mais inteligência aos arquivos, por elevar o grau de abstração.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÃO UTILIZANDO A BASE GEOMÉTRICA

A base geométrica do CTR, estruturada para permitir o relacionamento de outros atributos aos elementos estruturais, pode ser utilizada no desenvolvimento de um SGI cuja escala e estruturação espacial de análise sejam as mesmas do CTR.

Um sistema de informação pode ser definido como uma reunião de procedimentos e operações consecutivas para satisfazer certas demandas de informação para a tomada de decisões. Uma base de dados geográficos deve, antes de mais nada, ter condições de derivar informações dos dados espaciais e de seus atributos para ser considerada um SGI [22].

Assim, um sistema de informação, em seu significado mais amplo, deve executar todas as funções de um sistema de gerência de base de dados e ainda:

- (a) manipular os dados;
- (b) analisá-los;
- (c) usá-los, ou à sua análise, na tomada de decisões; e
- (d) incluir os resultados das decisões nos arquivos de dados para influenciar o próximo ciclo de consultas.

Dentro destes conceitos nota-se que o desenvolvimento de um SGI é um projeto bem mais complexo e amplo. Entretanto, uma adequada estruturação lógica do núcleo de dados é o segredo de

seu desenvolvimento.

Dados sobre uso do solo, reservas naturais, redes de distribuição de energia elétrica, telefonia, irrigação, drenagem e muitos outros podem ser relacionados à base geométrica do CTR, estruturando a base de dados de um Sistema Geográfico de Informação sobre áreas rurais, como em hipótese na figura 2.2.

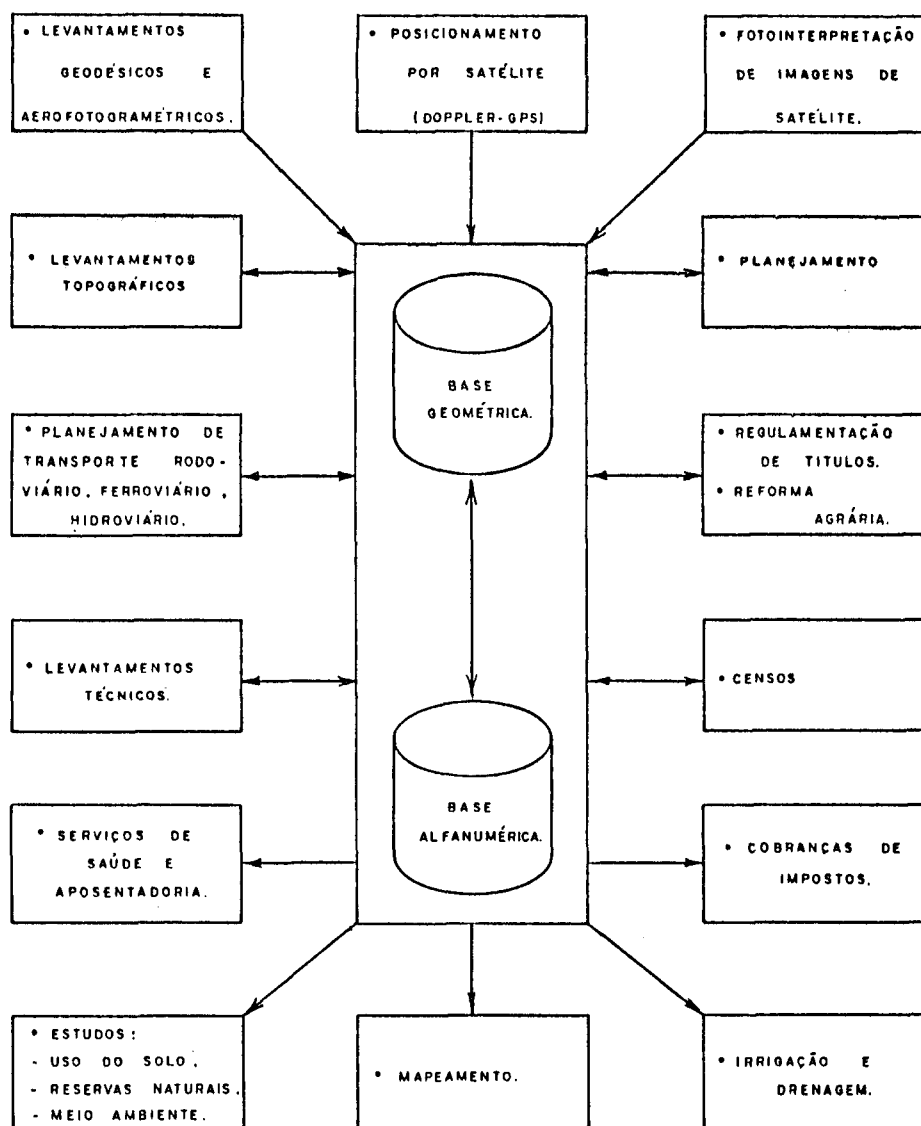


Figura 2.2 Um Sistema Geográfico de Informação.

CAPÍTULO 3

ESTRUTURA DA BASE GEOMÉTRICA DO CTR

3.1 INTRODUÇÃO

A divisão espacial do CTR, sobre a qual estão distribuídas as parcelas e pontos, e a codificação destes elementos foram analisadas no projeto da estruturação lógica da base geométrica. A distribuição dos arquivos e de seu conteúdo está diretamente vinculada a este fator.

Num sistema de codificação de parcelas é desejável a viabilidade de |27|:

(a) combinação da descrição das divisas da parcela (geometria) com as demais informações sobre esta entidade (como dados sobre o proprietário, área construída, área cultivada, e outros);

(b) numeração de novas parcelas provenientes da subdivisão, união ou outro tipo de alteração de parcelas;

(c) recuperação dos dados de parcelas alteradas, como encontrados antes da alteração, de modo a obter um histórico de transações de terras em qualquer época.

Este capítulo descreve a estruturação da divisão espacial do CTR e a codificação de parcelas e pontos dentro desta divisão. A partir destes dados a distribuição dos arquivos foi projetada. Esta distribuição encontra-se referida na seção 3.6.

3.2 DIVISÃO ESPACIAL E CODIFICAÇÃO DE PARCELAS

Para o desenvolvimento do cadastro e implantação da base de dados é necessário o estabelecimento da menor entidade geográfica que funcionará como unidade básica para referência das informações.

A organização hierárquica governamental, que estabelece unidades político-administrativas como estados, municípios, cidades é uma opção que pode ser adotada por um sistema de identificação de unidade de terra. Neste sistema a unidade de terra deve ser definida, assim como é a folha a menor unidade de uma árvore, na comparação com a hierarquia governamental.

Há, pelo menos, três tipos de unidades diferentes que podem ser utilizadas [28]:

(a) Parcela: área contínua de terra, descrita de modo único, de propriedade pública ou privada, e passível de transferência de proprietário.

(b) Estabelecimento: há ocasiões em que, no meio rural ou urbano, um estabelecimento ocupa mais de uma parcela. Uma fa

zenda ocupando várias parcelas, por exemplo, pode ser considerada como um único estabelecimento. A definição de estabelecimentos como unidades está vinculada aos objetivos do cadastro.

(c) Unidade de uso do solo: as áreas propícias ao desenvolvimento de um mesmo tipo de cultura também podem definir unidades conforme seja o objetivo do cadastro, como por exemplo unidade para cultivo de cana-de-açúcar, soja, trigo, e outras.

Na metodologia do CTR, cujo caráter é estadual, a hierarquia espacial segue a divisão do estado em municípios. A unidade dentro de cada município é a parcela de terra. O estado é a raiz da árvore e ramifica-se em municípios. Os municípios ramificam-se em parcelas, geometricamente identificadas por uma sequência de pontos e geograficamente localizadas pelas coordenadas destes pontos.

No CTR, aos municípios são atribuídos códigos numéricos. O número máximo de três dígitos para os códigos foi estabelecido como suficiente para a numeração de todos os municípios do Estado do Paraná.

A numeração das parcelas dentro de cada município efetua-se seguindo o sentido de uma espiral, partindo da unidade, que é a designação da parcela referente à sede do município. A escolha desta numeração em espiral teve base apenas na facilidade de visualização e dinâmica de utilização.

A numeração cresce na direção centro-extremidade, indicando que quanto mais afastada do centro, maior o número da par

cela. As faixas da espiral são de largura aproximadamente constante e, no caso de uma parcela pertencer a mais de uma faixa, receberá o número correspondente à seqüência da faixa que contiver sua maior percentagem.

As estradas, ruas e rios são também especificadas como parcelas para o seu armazenamento na base geométrica.

Na prática, por motivos organizacionais, a numeração provisória é estabelecida durante os trabalhos de campo, com numeração permanente ocorrendo nas fases subseqüentes de cálculos. Há estudos sobre a possibilidade da numeração definitiva ser implantada durante os trabalhos de campo.

3.3 ESTABELECIMENTO DO "GRID" DE CARTAS CADASTRAIS

O "grid" de cartas cadastrais é determinado pelas linhas de coordenadas E e N constantes do sistema UTM estabelecendo as quadrículas usadas como referência para localização de pontos e áreas.

As cartas cadastrais do CTR são confeccionadas em escala 1:10000. Esta escala foi definida como a que melhor representar os detalhes necessários e suficientes. Entretanto, para regiões do estado onde as parcelas são maiores a metodologia preve confecção de cartas em 1:20000.

O sistema de projeção utilizado é o UTM (Universal

Transverse Mercator), pertencendo o Estado do Paraná ao fuso número 22.

Em escala 1:10000 todo o Estado é representado em um "grid" de aproximadamente 8500 cartas cadastrais (quadrículas) de 5 km x 5 km. Em escala 1:20000 as quadrículas assumem 10km x 10km, como ilustrado na figura 3.1.

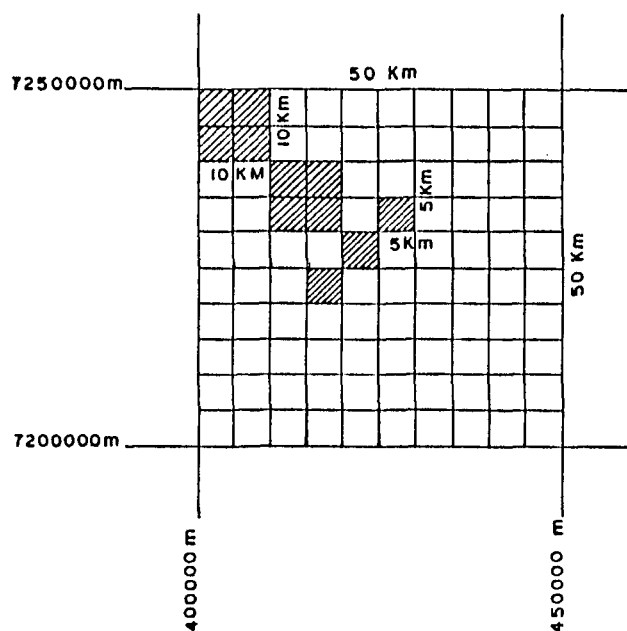


Figura 3.1 Esquema do "Grid" de Cartas Cadastrais.

As cartas cadastrais 1:10000, utilizando o sistema de coordenadas UTM como referência, são numeradas conforme o canto inferior esquerdo da respectiva quadrícula. Os três primeiros algarismos da abscissa E deste canto, juntamente com o segundo, terceiro e quarto algarismos da ordenada N do mesmo canto compõem o número da carta, como na figura 3.2. O primeiro algarismo da ordenada N é desprezado por ser constante na subdivisão de quadrículas para todo o Estado do Paraná.

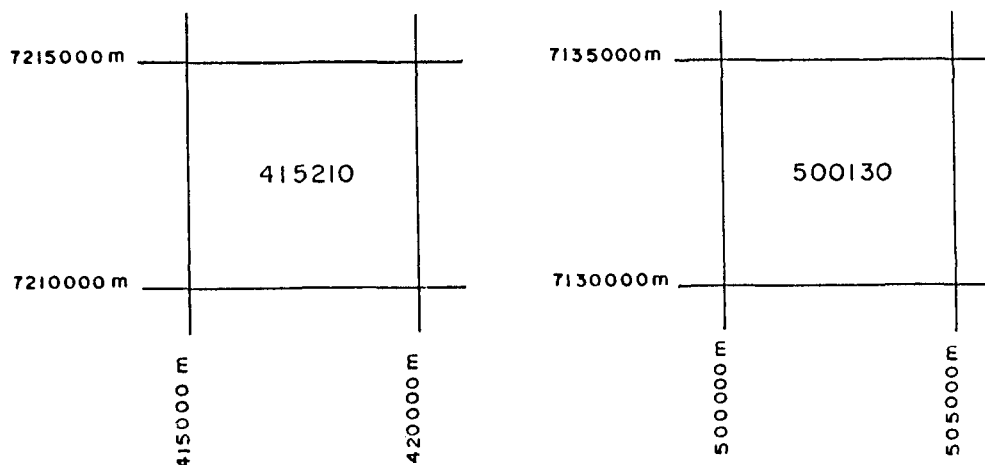


Figura 3.2 Numeração de Cartas Cadastrais em
Escala 1:10000.

A numeração das cartas 1:20000 é similar, porém acrescida da letra V em frente ao conjunto de números, como esquematizado na figura 3.3. Esta diferenciação faz-se necessária para a prevenção de colisões; como quando uma região cadastrada em 1:20000 passa a necessitar recadastramento em 1:10000 para atender a alguma nova exigência do serviço cadastral, como por exemplo o estabelecimento de loteamentos.

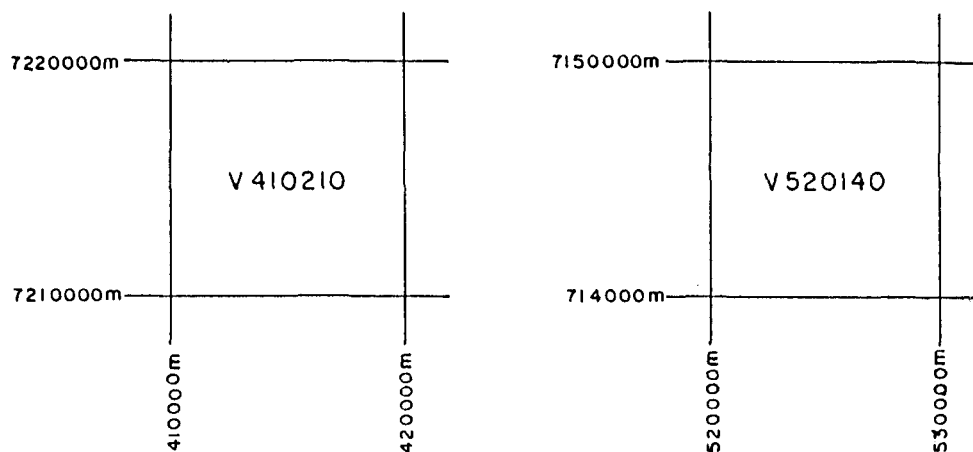
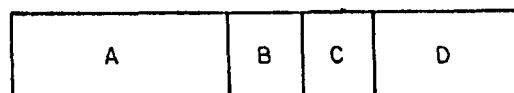


Figura 3.3 Numeração de Cartas Cadastrais em
Escala 1:20000.

3.4 CODIFICAÇÃO DOS PONTOS

A codificação dos pontos é relativa ao espaço delimitado pela carta cadastral. Cada elemento pontual carrega em sua codificação as seguintes informações: (a) carta cadastral a que pertence; (b) status do ponto; (c) tipo do ponto; e (d) numeração que recebe dentro da carta; como esquematizado na figura 3.4.



A - número do carta.

B - status do ponto.

C - tipo do ponto.

D - número do ponto.

Figura.- 3.4 Codificação de Pontos.

A unidade identificadora do ponto dentro da carta é definida pelo tipo (c) e número do ponto (d). O status é apenas um atributo sem caráter identificador. A faixa prevista para ocorrências de tipo vai de 0 a 9, e para número de 0 a 999. Esta numeração possibilita um máximo de 10000 pontos para cada carta cadastral, o que significa um ponto por área de 2500 m², em escala 1:10000 ou um ponto por área de 10000 m², em escala 1:20000.

O status indica a procedência e estado do ponto, com as seguintes opções:

0 - ponto não monumentalizado determinado por aerofotogrametria;

1 - ponto monumentalizado com marcos duráveis determinado por aerofotogrametria;

2 - ponto não monumentalizado determinado por topografia;

3 - ponto monumentalizado com marcos duráveis determinado por topografia.

Os números de 4 a 9 disponíveis para codificação não estão sendo utilizados.

Quanto ao tipo, o ponto pode ser:

0 - ponto de divisa;

1 - ponto de rio;

2 - ponto de estrada;

3 - ponto geodésico (1a. ordem);

4 - ponto geodésico (2a. ordem);

5 - ponto de coordenadas planimétricas;

6 - ponto altimétrico.

Os números de 7 a 9 disponíveis para codificação não estão

tão sendo utilizados.

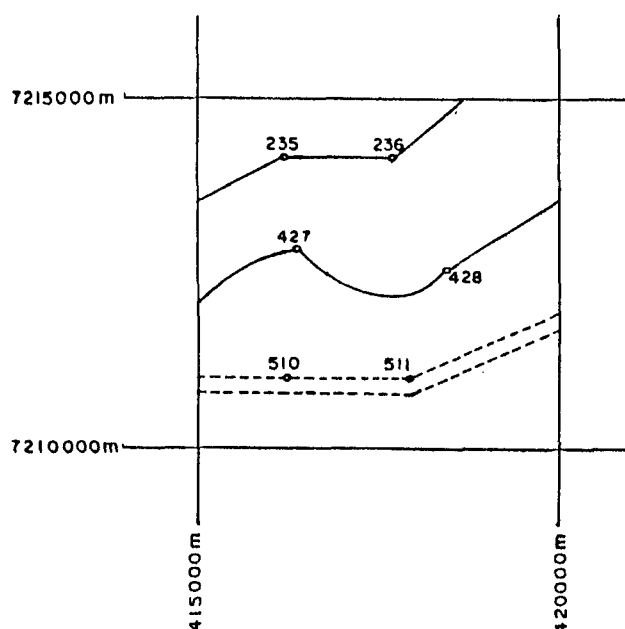


Figura 3.5 Exemplo de Pontos em Carta Cadastral
1:10000

A figura 3.5 esquematiza uma carta cadastral com alguns pontos identificados. O ponto número 236, por exemplo, possui a seguinte codificação:

415210	0	0	236
--------	---	---	-----

significando que não está monumentalizado e foi determinado por aerofotogrametria, é ponto de divisa e pertence à carta cadastral 415210. O ponto 510 é codificado como:

415210	2	2	510
--------	---	---	-----

significando que não está monumentalizado e foi determinado por levantamento topográfico, é ponto de estrada e pertence à carta 415210.

3.5 ALTERAÇÃO DE IDENTIFICADORES DE PARCELAS

Em qualquer sistema cadastral a parcela deve ser referida ao mesmo identificador enquanto seus limites permanecerem inalterados [27]. Os seguintes motivos para alterações de parcelas são identificados: subdivisão de uma parcela, união de parcelas, decreto judicial afetando uma divisa, correção de um erro de levantamento, eliminação de numeração duplicada, transferência de parcelas para outra unidade hierárquica, e renumeração geral de todas as parcelas devido a um novo levantamento ou implementação de um novo sistema de manipulação dos dados [27].

(a) Subdivisão: quando da subdivisão de uma parcela em parcelas menores há necessidade de modificação de identificador, como descrito no final desta seção.

(b) União: quando duas ou mais parcelas são agrupadas em uma única é possível unir os antigos identificadores para denominá-la. Entretanto esta solução torna a numeração muito complexa para futuras subdivisões. A sugestão é atribuir novos números às parcelas provenientes de união de outras.

(c) Decreto judicial: as questões de litígio quanto a divisa de terras podem ser solucionadas por decreto judicial

que altere os limites das parcelas. Para refletir o novo entendimento dos limites é sugerido que novos números sejam atribuídos às parcelas envolvidas.

(d) Correção de erro de levantamento: a descoberta de um erro de levantamento envolvendo a delimitação de parcelas deve resultar na correção das parcelas envolvidas. Neste caso também é recomendada a renumeração. A figura 3.6 ilustra um caso de levantamento de divisa errado, onde os proprietários vizinhos desconheciam o ponto D aceitando como divisa o alinhamento AE, e a descrição legal indicava a divisa AD como correta. A figura 3.7 mostra um outro caso onde houve troca de números na anotação dos resultados do levantamento. A figura 3.8 ilustra outro tipo de ocorrência onde a construção da garagem estava planejada de modo a permitir uma posterior subdivisão da parcela segundo AB, e a construção não seguiu o planejamento.

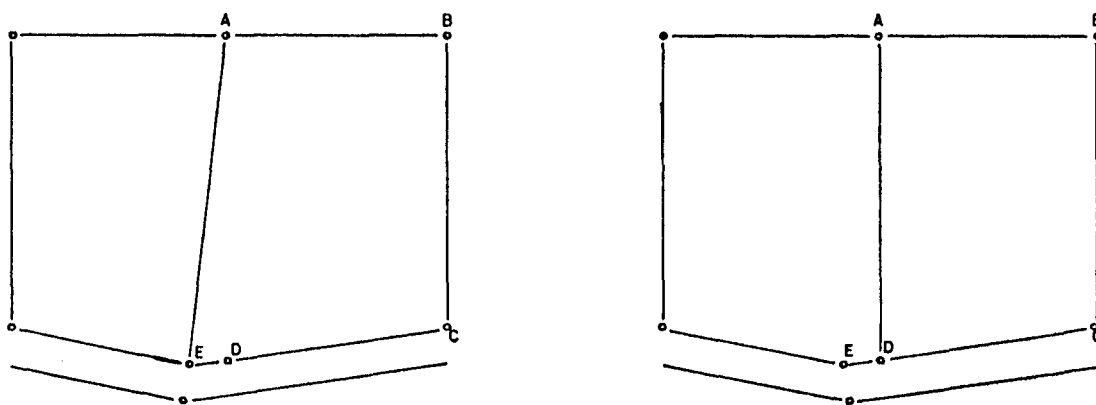


Figura 3.6 Erro de Levantamento de Divisa.

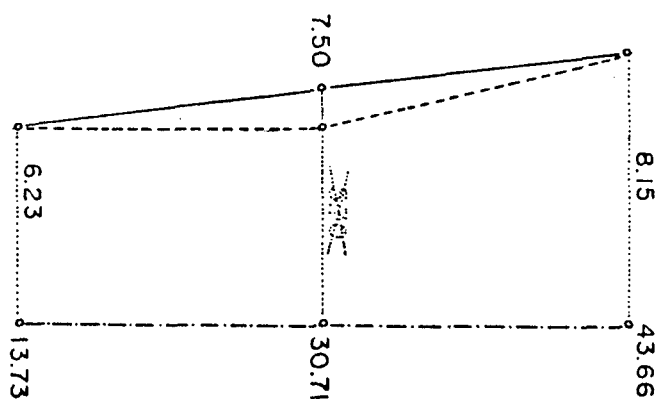


Figura 3.7 Erro de Determinação de Distância.

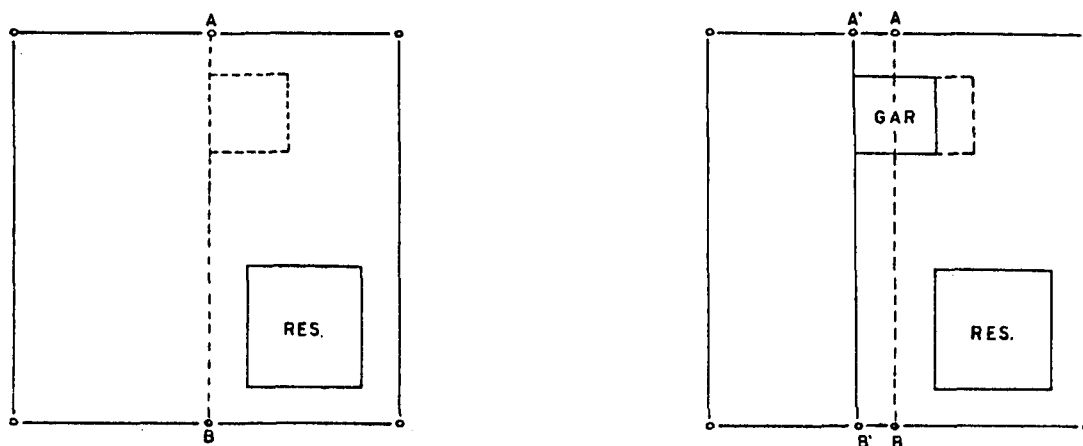


Figura 3.8 Erro de Construção.

(e) Eliminação de numeração duplicada: ocorre quando atribui-se erroneamente o mesmo número a duas parcelas distintas. Uma delas deve ser renumerada.

(f) Transferência para outra unidade hierárquica: a parcela pode ser incorporada por um novo município, como hipótese, e ser numerada de acordo com a nova numeração do município.

(g) Renumeração geral: um novo levantamento de uma área

pode exigir renumeração de parcelas. Uma renumeração geral também pode ser necessária quando os números existentes tornam-se inadequados para um novo sistema de manipulação de dados.

Os sistemas de numeração que atribuem códigos nominais para parcelas permitem a introdução de três diferentes tipos de novos números: um novo número independente, a adição de um afixo numérico ao antigo número e a adição de um afixo alfabético ao antigo número |27|.

A atribuição de um novo número independente não mantém nenhuma relação com a numeração das antigas parcelas. Uma lista de números é mantida para informar o próximo número disponível dentro da numeração da unidade hierárquica. Há necessidade da manutenção de um índice que indique as conexões históricas entre as parcelas neste sistema numeradas |27|.

A solução por adição de afixo numérico, também chamada numeração segundo a origem não é muito adequada para numeração de parcelas resultantes da união de parcelas. O problema pode ser resolvido de duas maneiras: adição de uma ou mais parcelas à dominante, que mantém seu número fonte ao qual é adicionado um afixo e eliminação de todos os outros números; ou, eliminação de todos os números e atribuição de um novo número qualquer que não tenha sido utilizado |27|. Em geral a utilização da extensão do número dominante é preferida.

Os afixos alfabéticos são bastante similares aos numéricos porém não muito convenientes para o manuseio tanto compu-

tacional quanto manual.

Como única alternativa real, a atribuição de afixos numéricos ao número da parcela fonte, supera as desvantagens da livre numeração ou numeração independente. O número da parcela fonte é mantido e todas as parcelas podem ser localizadas com relativa facilidade em um mapa índice porque os números originais permanecem inalterados. A atribuição de afixos numéricos parece ser a solução mais adequada para possibilitar uma boa indexação dos arquivos de dados [27], e é o método adotado pelo CTR.

As figuras 3.9, 3.10, 3.11 e 3.12 ilustram a atribuição de afixos numéricos para as parcelas do CTR.

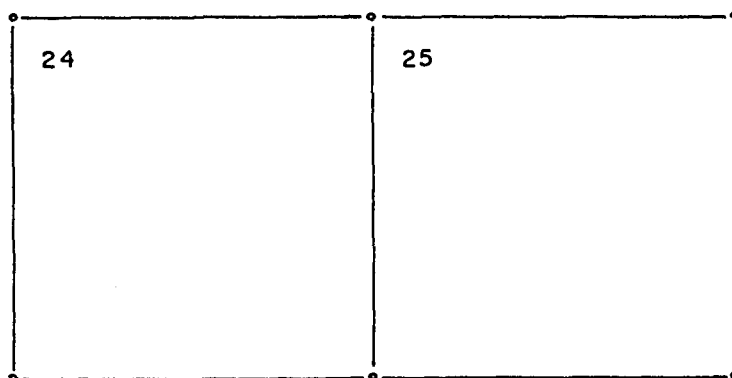


Figura 3.9 - Situação durante o Levantamento Cadastral.

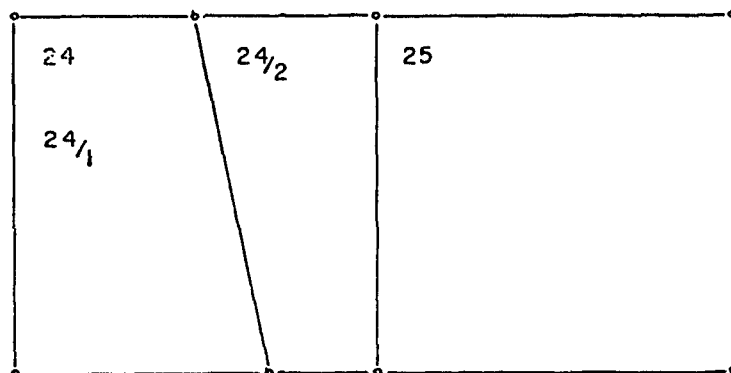


Figura 3.10 Situação depois da Subdivisão da Parcela 24 em $24/1$ e $24/2$.

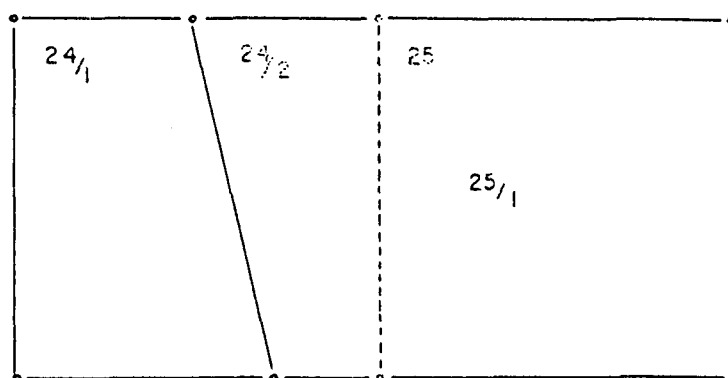


Figura 3.11 Situação depois da União das Parcelas $24/2$ e 25 em $25/1$.

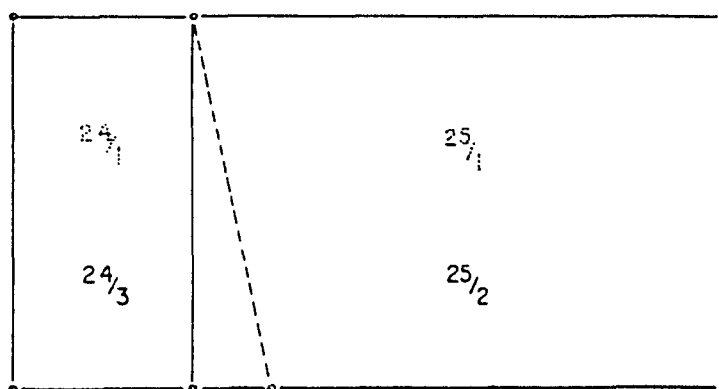


Figura 3.12 Situação depois da Correção de uma Divisa Errada.

Para que o sistema de numeração seja permanente e ainda assim flexível o bastante para atender a futuras necessidades, deve-se reservar um número suficiente de dígitos para parcelas e afixos. No caso do CTR foram reservados cinco dígitos para parcelas e três para afixos.

3.6 ESTRUTURA DE ARQUIVOS DISTRIBUÍDOS

Dentro das necessidades e especificações do CTR foram definidas como informações básicas a armazenar as seguintes: para

cada parcela, sua geometria e informações para identificação de parcelas confrontantes e; para cada ponto, sua localização dentro do sistema de coordenadas em vigor. A terceira informação, segundo o conceito de topologia, sobre as ligações, pode ser derivada da geometria de parcelas com o auxílio da teoria dos grafos.

A informação sobre unidades confrontantes de determinada parcela é indispensável para as atualizações necessárias referentes a divisas comuns.

Para os interesses do CTR, a base geométrica deve ser capaz de atender aos seguintes questionamentos básicos:

(a) informações sobre qualquer ponto do sistema (localização e demais atributos armazenados);

(b) as mesmas informações para um determinado conjunto de pontos, uma sequência de pontos, de qualquer carta cadastral;

(c) as mesmas informações para todos os pontos de qualquer carta cadastral;

(d) informações sobre qualquer parcela do sistema (geometria, localização, parcelas confrontantes e demais atributos armazenados); e

(e) as mesmas informações para todas as parcelas de determinada carta cadastral.

Estas informações de saída do sistema têm duas finalidades principais: fornecer subsídios para novos cálculos e possibilitar a saída gráfica de plantas individuais de parcelas e de cartas cadastrais completas.

No planejamento da estrutura da base geométrica, considerando todas as necessidades de entrada e saída e ainda o sistema de numeração adotado, optou-se pela adoção de uma estrutura de arquivos distribuídos. Nesta estrutura cada carta cadastral é representada por um arquivo individual de pontos (arquivos tipo I), e cada município por um arquivo individual de parcelas (arquivos tipo II), como na figura 3.13. A figura 3.13 apresenta um esquema do 'grid' de cartas cadastrais do município de Mallet, um dos sete municípios da área teste, e sua divisa com os seis outros. Apresenta ainda, de modo esquematizado, alguns arquivos de pontos e de parcelas. Esta distribuição, com a separação das informações em dois tipos de arquivos de conteúdo lógico diferente, confere à base maior facilidade de manuseio e segurança aos arquivos.

Os arquivos tipo I armazenam ainda, para cada ponto, a informação sobre as parcelas a que pertence para futura avaliação de confrontantes.

A escolha das estruturas lógicas de armazenamento foi vinculada à necessidade de acessos sequenciais organizados, sequenciais diretos e pontuais. Para tal propósito especificou-se a utilização de organizações sequenciais e sequenciais indexadas como as mais adequadas, visto que as organizações randômicas des

troem a seqüencialidade dos arquivos e as puramente indexadas suprem mais as necessidades de acessos aleatórios. Para melhor compreensão das estruturas lógicas de armazenamento de dados digitais e de métodos de acesso a estes dados o leitor deve referir-se ao Apêndice 1.

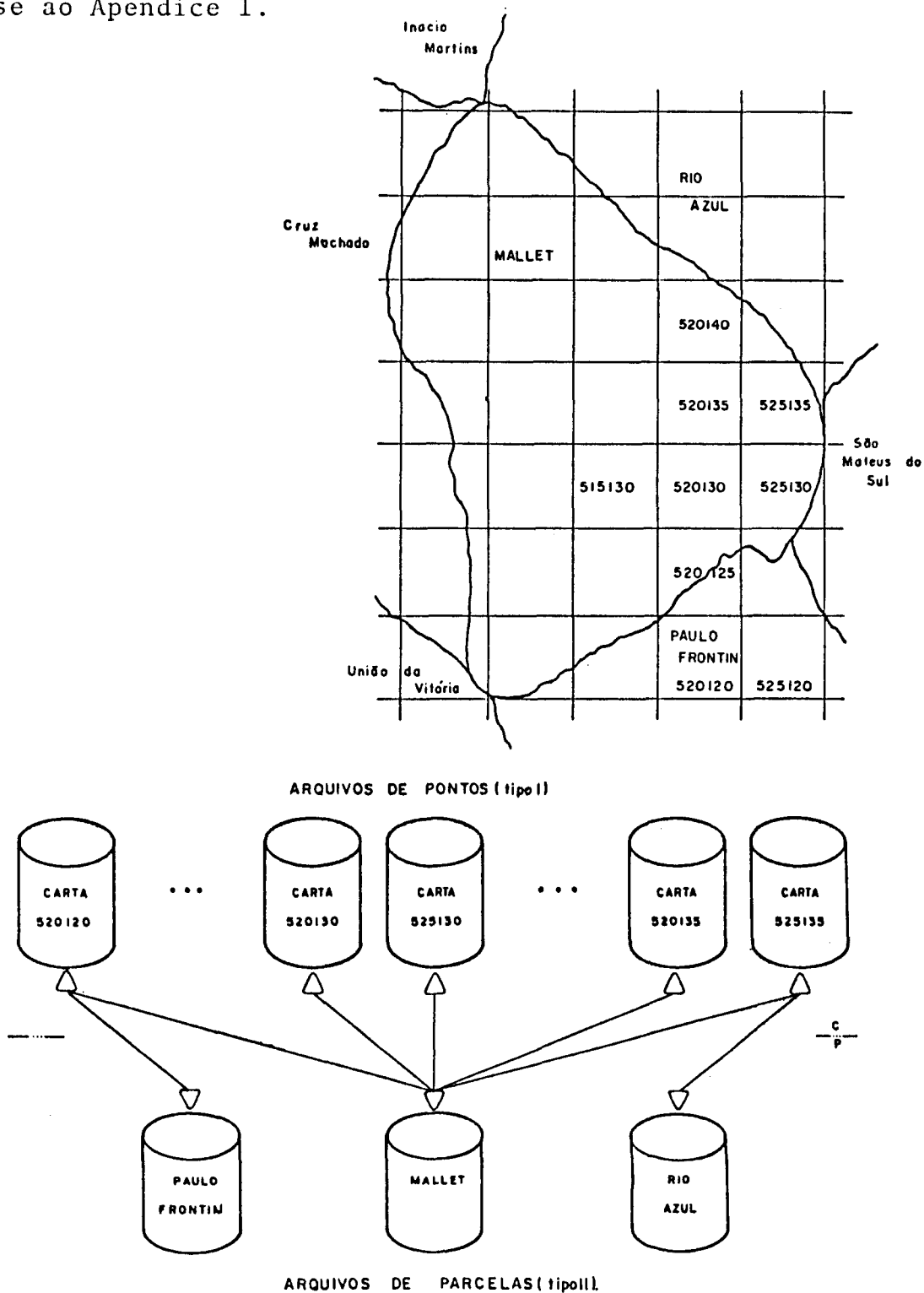


Figura 3.13 Estrutura de Arquivos Distribuídos.

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA

4.1 O SUBSISTEMA OPERACIONAL DO CTR

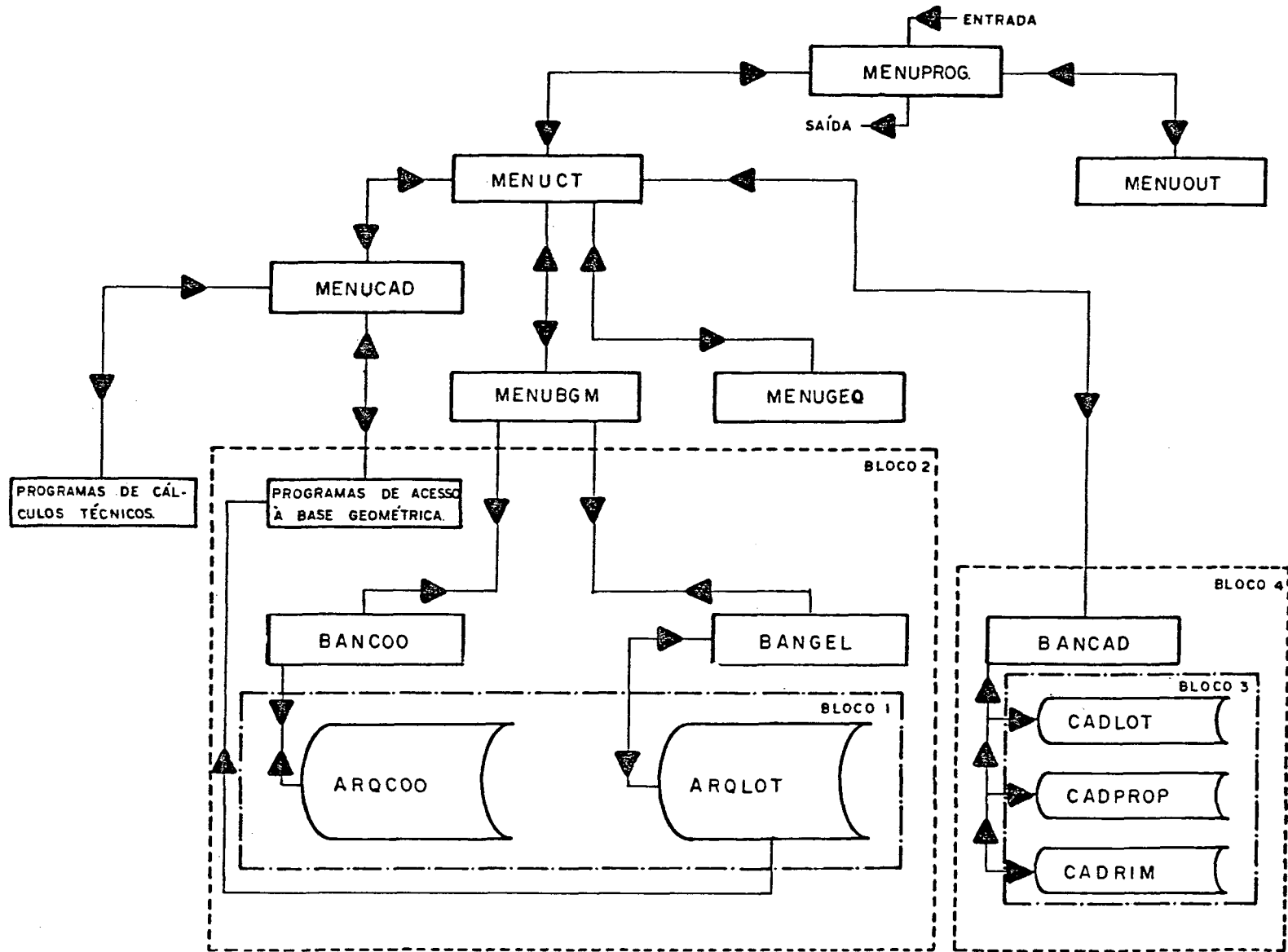
A base geométrica do CTR dispõe, para sua implantação, de um microcomputador TS-840 (Troppus Informática Ltda) com CPU principal baseada em microprocessador Zilog Z80B. O sistema operacional NET-MB controla uma rede de quatro terminais inteligentes. Da configuração constam ainda uma unidade de disco rígido de 16 Mbytes, uma unidade de disco flexível de tamanho $5\frac{1}{4}$ " e duas impressoras. Para saída gráfica o sistema dispõe de dois plotters GFI-DIGILOT, dimensionados para folhas A1 e A0 respectivamente, com buffer de entrada/saída de 512 bytes.

O subsistema operacional do CTR está estruturado sobre as bases alfanumérica e geométrica. A figura 4.1 ilustra as opções do usuário e os níveis de acesso às bases.

Como o subsistema não está totalmente concluído, algumas opções encontram-se apenas mencionadas em menus de entrada e saída, prevendo sua implantação futura.

A entrada/saída do subsistema é viabilizada através do menu principal (MENUPROG), que acessa os menus subsequentes. O

Figura 4.1 Subsistema Operacional do CTR.



usuário pode optar pela entrada na área de cálculos técnicos , através do MENUCT, ou pelo controle de outros programas não específicos do subsistema (ainda não implementados), através do MENUOUT.

O MENUOUT permite o acesso à base alfanumérica através dos programas identificados no esquema como BANCAD. A base alfanumérica é composta de arquivos que armazenam dados descritivos referentes a parcelas, proprietários e registros de imóveis, aproveitando os programas já desenvolvidos do subsistema.

O controle das opções de cálculos técnicos como cálculo de poligonal, cálculo de área e outros, está reservado ao MENU CAD.

Outra possibilidade do MENUCT é o acesso aos programas de cálculos geodésicos através do MENUGEO (os programas para cálculos geodésicos não estão ainda implantados, e referem-se aos não incluídos em MENU CAD).

Para criação da base geométrica optou-se pela separação das informações em dois tipos de arquivos de conteúdo lógico diferente, os arquivos de pontos e os arquivos de parcelas. Para manipular os arquivos de pontos (ARQCOO) e os arquivos de parcelas (ARQLOT) existem vários programas referidos no esquema como BANCOO e BANGEL. Algumas das opções de acesso à base geométrica estão em MENUBGM.

A carga dos arquivos de pontos é feita através do cálculo de coordenadas de pontos e, o cálculo de área de parcelas alimenta os arquivos de parcelas. Esta carga, bem como a recupera-

ção das coordenadas de pontos necessários a novos cálculos, é efetuada através dos programas de acesso à base geométrica.

A base geométrica é, portanto, carregada através dos cálculos técnicos e sua atualização efetuada por ordens selecionadas no MENUBGM.

O esquema da figura 4.1 é um esquema simplificado para posicionar o bloco 1, de arquivos da base geométrica; o bloco 2, de programas referentes à base geométrica; o bloco 3, de arquivos da base alfanumérica; e o bloco 4, de programas referentes à base alfanumérica; dentro do subsistema operacional do CTR.

4.2 OS ARQUIVOS DE PONTOS

Das especificações técnicas para numeração dos pontos observa-se que, sendo o status uma informação adicional, o tipo e o número do ponto tornam-se os responsáveis pela sua identificação em determinada carta cadastral. Sendo assim, a capacidade máxima de uma carta, quando definidos os dez tipos, é de dez mil pontos.

Os atributos a serem armazenados nos arquivos de pontos incluem também a informação sobre as parcelas que compartilham tal elemento pontual em sua demarcação. Um ponto será, no mínimo, compartilhado por duas parcelas e, no máximo, por um número indefinido delas (em raras ocasiões maior que quatro, mas ainda assim indefinido).

Uma organização seqüencial indexada utilizando três encadeamentos diferentes, como na figura 4.2, foi planejada para os arquivos de pontos. Para maiores detalhes sobre encadeamento de registros o leitor deve referir-se ao Apêndice 1.

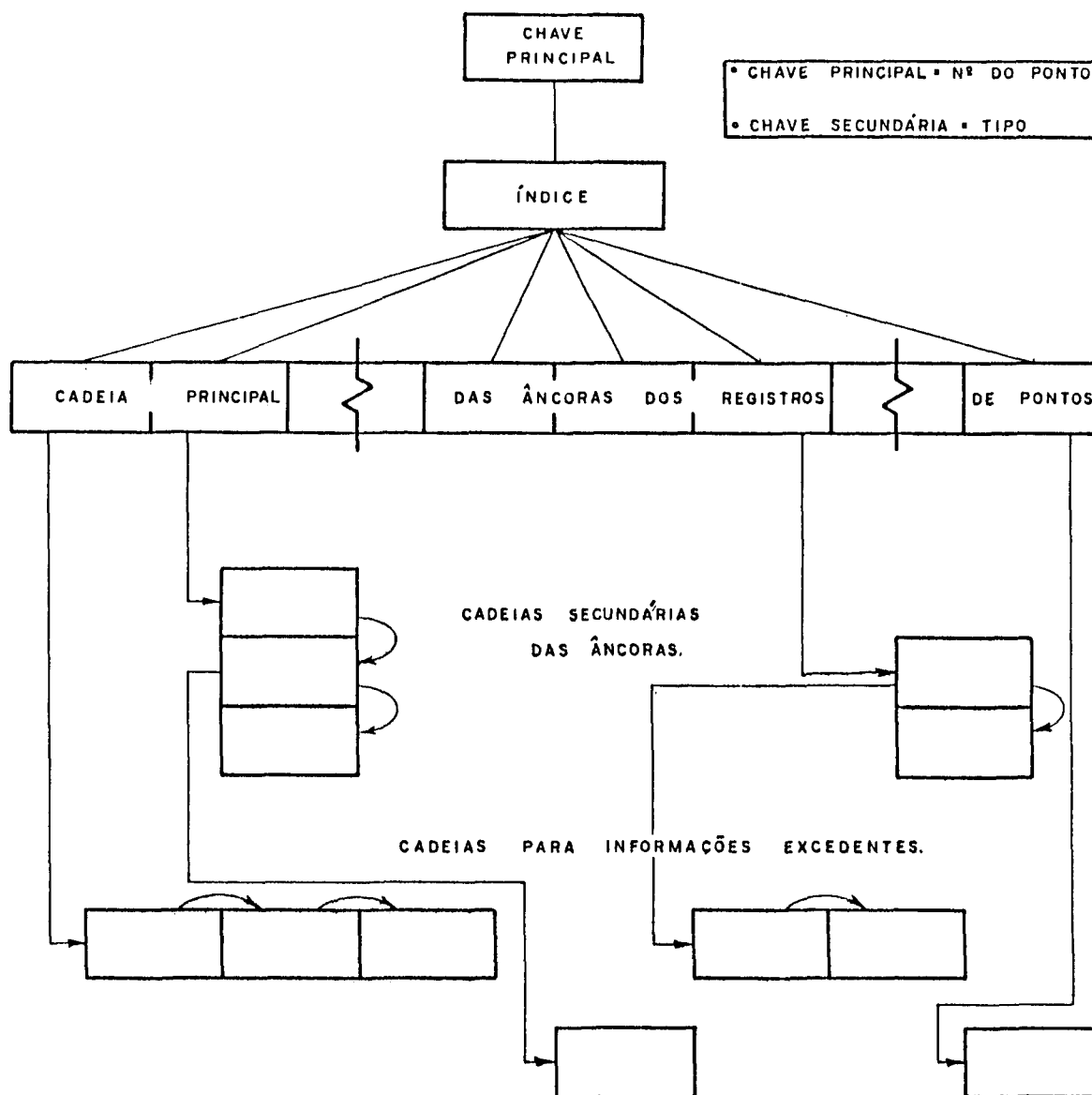


Figura 4.2 Estrutura Lógica dos Arquivos de Pontos.

As cadeias para informações excedentes são acionadas quando um registro, cujo tamanho é fixo e pré-estabelecido, não comporta o armazenamento da informação sobre todas as parcelas às quais pertence o ponto, necessitando de registro adicional. Qual

quer ponto aciona, se necessário, o encadeamento para informações excedentes.

O número do ponto (variando de 0 a 999) é a chave de ordenação da cadeia principal, e o tipo (de 0 a 9) é a chave de ordenação das cadeias secundárias. As cadeias secundárias são acionadas para pontos de mesmo número, porém tipos diferentes.

Esta esquematização de encadeamento em cadeia principal e cadeias secundárias foi projetada para que o intervalo de indexação fosse reduzido de dez mil para mil pontos.

Todas as cadeias crescem conforme a necessidade, à medida que as informações vão sendo inseridas nos arquivos.

O índice, no projeto inicial não indexava todos os registros de pontos da cadeia principal; utilizava intervalos fixos de cem pontos para indexação. Para agilizar um acesso assim estruturado a cadeia principal havia sido projetada como cadeia ré-vante. O Apêndice 1 contém esclarecimentos sobre encadeamentos de registros.

Este tipo de indexação foi proposto para que o índice não ocupasse muito espaço do arquivo e também para aplicação e análise desta técnica de tratamento de índices.

No decorrer do projeto, após verificado o desempenho dos arquivos de pontos assim indexados, optou-se pela mudança para uma indexação pontual. O índice passou a indicar, para cada cha

ve principal, um endereço. Com este tipo de indexação, apesar do índice ocupar mais espaço de armazenamento que o anterior^(*), obteve-se mais rapidez no acesso aos registros de pontos. O índice indica o endereço do registro âncora da cadeia secundária do ponto desejado e, apenas esta cadeia é pesquisada seqüencialmente. A cadeia ré-vante não mais é necessária, pois a leitura seqüencial do arquivo pode ser efetuada através da leitura exaustiva do índice. Não havendo mais cadeia ré-vante, do tempo gasto na operação de carga dos arquivos subtrai-se o referente à reorganização dos ponteiros do encadeamento.

Os arquivos de pontos, segundo a função lógica de seus registros, contêm registro de cabeçalho, registros de índice e registros de pontos, como esquematizado na figura 4.3. O tamanho dos registros foi fixado em 24 palavras (48 bytes) como suficiente para o armazenamento das informações.

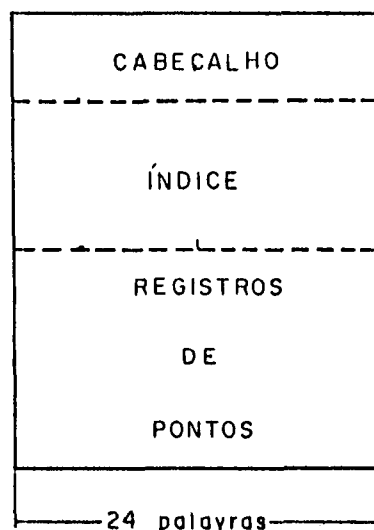
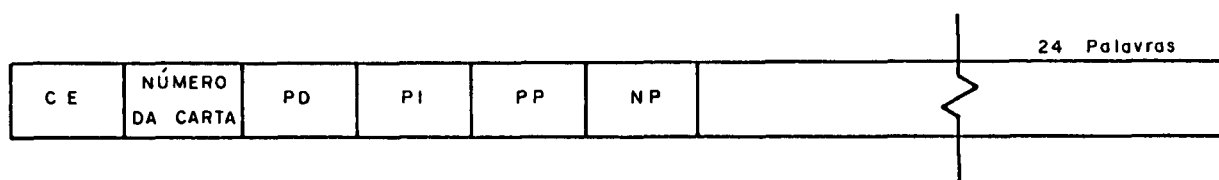


Figura 4.3 Esquema de Arquivo de Pontos.

(*) O índice anterior ocupava 96 bytes de cada arquivo e o atual ocupa 2 Kbytes.

A finalidade do registro de cabeçalho é fornecer rapidamente informações básicas sobre o arquivo (figura 4.4). Este registro especifica, para cada arquivo: (a) o código de existência do arquivo para controle interno; (b) o número da carta cadastral a que se refere o arquivo; (c) o endereço físico do primeiro registro disponível para receber informações, ou seja, do registro âncora da cadeia de registros disponíveis; (d) o endereço físico do primeiro registro de índice; (e) o endereço físico do primeiro registro de ponto; e (f) o número de pontos armazenados no arquivo até o momento. Na estrutura indexada a intervalos o cabeçalho referia-se ainda aos endereços físicos do ponto de entrada em vante e de entrada em ré na cadeia principal, para leitura sequencial do arquivo.



CE - código de existência.

PD - primeiro registro disponível.

PI - primeiro registro de índice.

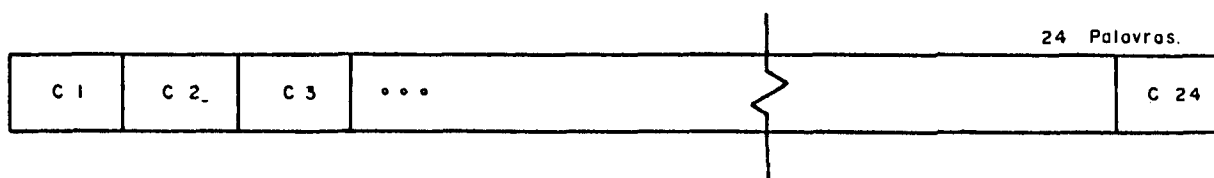
PP - primeiro registro de pontos.

NP - número de pontos do arquivo.

Figura 4.4 Esquema de Registro de Cabeçalho.

Cada registro de índice é dividido em 24 campos de uma palavra, permitindo o armazenamento de 24 endereços da cadeia principal das âncoras de registros de pontos (figura 4.5). O índice reserva 1000 palavras para o armazenamento dos endereços das 1000 âncoras das cadeias secundárias, quer existam ou não dentro da carta cadastral. A posição desta palavra reservada

obedece a mesma seqüência de numeração dos pontos. Assim a primeira palavra do primeiro registro de índice está reservada ao endereço do ponto 0; a primeira palavra do segundo registro de índice, ao ponto 24 e sucessivamente. Para indexar os 1000 pontos em registros de 24 palavras são necessários 42 registros.

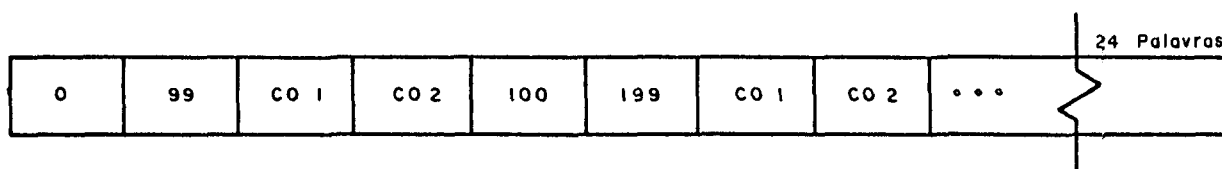


C(i) - campos de armazenamento de endereços de pontos.

Figura 4.5 Esquema de Registro de Índice.

Deste modo, o registro de endereço 1 é destinado ao cabeçalho, os registros de endereço 2 até 43 compõem o índice, e os registros de endereço 44 e subsequentes recebem as informações dos pontos, para qualquer arquivo de ponto.

No caso da estrutura anterior, de indexação a intervalos, os registros de índice (figura 4.6) especificavam, para os 10 intervalos de 100 pontos, os limites do próprio intervalo e os endereços físicos da menor e maior chave de ordenação do intervalo, existentes no arquivo.



[0,99] , [100,199] - intervalos fixos para indexação.

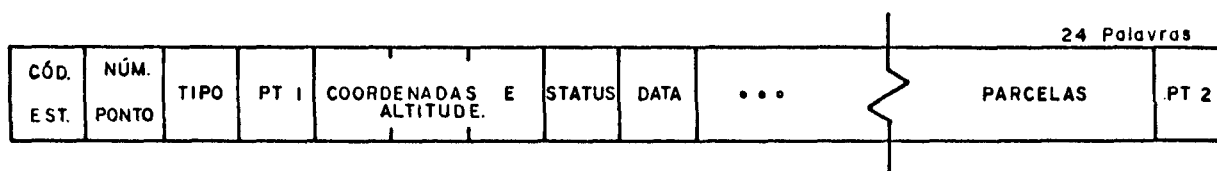
CO 1 - endereço físico da menor chave de ordenação do intervalo.

CO 2 - endereço físico da maior chave de ordenação do intervalo.

Figura 4.6 - Configuração Antiga de um Registro de Índice.

Sendo intervalos fixos, os limites poderiam ser omitidos, entretanto, para reservar uma futura possibilidade de indexação a intervalos variáveis, foram especificados. Uma indexação com limites variáveis agilizaria a pesquisa, pois diminuiria os intervalos sobrecarregados de pontos e agregaria os intervalos contíguos que contivessem poucos pontos armazenados.

Os registros de ponto, como no esquema da figura 4.7, armazenam o número do ponto, seu tipo, coordenadas UTM, altitude, status, data de cálculo (ano), informações sobre as parcelas a que pertence, código de estado do registro e ponteiros dos encadeamentos.



CÓD. EST- código de estado do registro.

PT(i)- ponteiros dos encadeamentos.

Figura - 4.7 Esquema de Registro de Ponto.

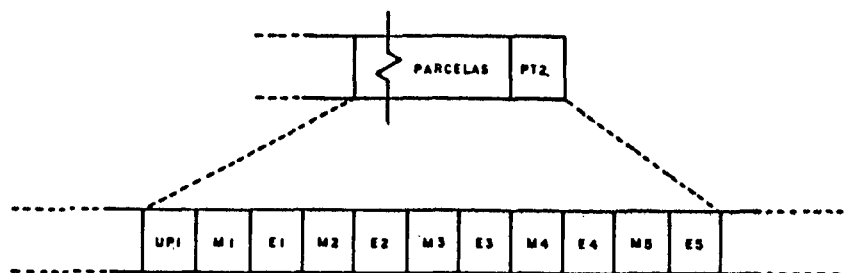
A codificação para o estado do registro prevê:

- 2 - código para registros elos das cadeias para informações excedentes;
- 1 - código para registros de ponto em uso;
- 0 - código para registros disponíveis fora do bloco já preenchido com dados (default);
- 1 - código para registros disponíveis por exclusão de informação;
- 2 - código para registros de ponto desativado.

O campo PT1 é reservado ao ponteiro do encadeamento secundário, indicando o próximo registro a ter mesmo número, porém tipo diferente e sempre maior que o do número em questão (o encadeamento secundário segue uma ordenação crescente quanto ao tipo). O campo PT2 está reservado ao ponteiro da cadeia para informações excedentes. Nos arquivos antigos estes registros possuíam mais dois campos reservados aos ponteiros da cadeia relevante.

As coordenadas UTM envolvem grandes números. Para economia de espaço no armazenamento, adotou-se um sistema de coordenadas planas de mesma orientação do sistema UTM, porém com origem no canto inferior esquerdo da carta cadastral. Para a recuperação das coordenadas originais basta transladar tal origem novamente para origem do sistema UTM, visto que as coordenadas do canto inferior esquerdo podem ser reconstituídas do número da carta.

Para o armazenamento das parcelas a que pertencem o ponto, reservou-se onze campos de 2 palavras, como na figura 4.8. Armazena-se o par código de município – endereço de registro que indica o arquivo de parcela referente, através do código do município e o endereço do registro que contém esta parcela dentro do arquivo. O primeiro campo informa quantos pares já estão armazenados neste registro e os dez campos restantes são destinados ao armazenamento de, no máximo, cinco pares identificadores de parcelas. Caso determinado par esteja representado por valores negativos será ignorado no processamento de parcelas confrontantes, pois deve ter pertencido a uma parcela desativada, excluída ou alterada.



UPI - último par inserido.

M(i) - código do município

E(i) - endereço da parcela no arquivo de município.

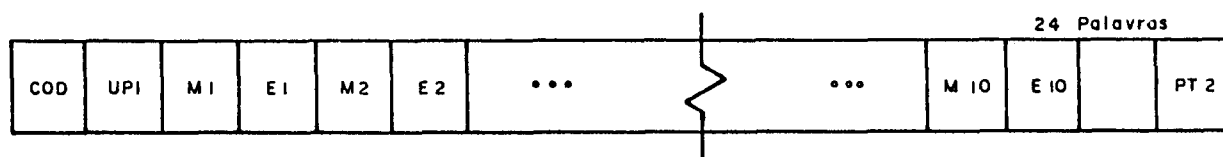
Figura 4.8 Campos com Informações sobre Parcelas no Registro de Ponto.

Os casos de pontos pertencentes a mais de cinco parcelas (limite máximo dos registros de pontos) não ocorrem com muita frequência, entretanto, ao ocorrer acionam a cadeia para informações excedentes. Um registro elo, esquematizado na figura 4.9, contém um campo para código de estado, um campo indicador do número de pares armazenados no registro até o momento, vinte campos para o armazenamento de dez pares código de município-endereço de registro, e um campo para prosseguir o encadeamento através de ponteiro. É muito pouco provável que estas cadeias de informações excedentes estendam-se a mais de um registro elo, pois com esta configuração já é possível armazenar um máximo de 15 parcelas para cada ponto.

O desempenho dos arquivos depende basicamente da rapidez na recuperação dos registros, da facilidade de atualização e da economia no armazenamento.

Com base em tais parâmetros foi possível fazer uma análise comparativa de três estruturas, duas delas a partir dos re

sultados de implementação prática e uma baseada em teoria, a saber: estrutura sequencial indexada I (com indexação a intervalos), estrutura sequencial II (com indexação pontual) e, estrutura sequencial rígida (em hipótese).



COD - código de estado do registro.

UPI - último par armazenado

M(i) - código do município

E(i) - endereço da parcela no arquivo de município.

Figura 4.9 Esquema de Registro Elo de Cadeia para Informações Excedentes.

Na indexação II o arquivo reserva 2 Kbytes para o armazenamento de endereços de todos os pontos de 0 a 999. Deste modo o encadeamento principal é feito através do índice e não por encadeamento de registros.

Dentro destas três propostas, analisou-se o desempenho dos arquivos nas operações de pesquisa, carga de informações, processo de atualização e economia na armazenagem. Os resultados estão registrados no quadro da figura 4.10.

Para análise da pesquisa das informações tomou-se por base arquivos com 10000 registros (quase completos). A pesquisa sequencial significa a leitura completa do arquivo.

	CARGA INICIAL	PESQUISA		ATUALIZAÇÃO	ECONOMIA DE ESPAÇO
		PONTUAL	SEQÜENCIAL		
SEQÜENCIAL RIGIDO.	R	B (~ 13 acessos)	MB	R	MB
SEQÜENCIAL INDEXADO I	B	R (~ 55 acessos)	B	B	B
SEQÜENCIAL INDEXADO II	MB	MB (~ 6 acessos)	R	MB	R

R = REGULAR

B = BOM

MB = MUITO BOM

Figura 4.10 Análise de Desempenho de Arquivos.

No cálculo dos acessos, para a pesquisa pontual de arquivos seqüenciais rígidos supôs-se a utilização do método de pesquisa binária [06].

$$N = \log_2 N_R \quad , \quad \text{onde}$$

N é o número médio de acessos e N_R o número de registros.

A estimativa do número médio de acessos na pesquisa pontual em um arquivo com indexação I considerou um acesso a índice, 50 acessos como o número máximo de registros pesquisados dentro do intervalo indexado, e 5 acessos como a média da pesquisa seqüencial nas cadeias secundárias. No caso da indexação II, o acesso ao índice já conduz ao registro âncora da cadeia secundária e, a partir daí, considerou-se uma média de mais 5 acessos para localizar o registro desejado.

Desta análise foi possível concluir que a melhor opção

seria a utilização dos arquivos sequenciais indexados II, seguida da utilização dos arquivos sequenciais indexados I e finalmente, da organização sequencial rígida.

Durante a implantação da base, quando estas conclusões foram obtidas, os arquivos de pontos já existentes, estruturados segundo a indexação I, foram desativados após a transferência de seu conteúdo para os novos arquivos.

Quanto à capacidade máxima de armazenamento de cada arquivo, o sistema permite o endereçamento de até 32767 registros [21], ficando a outra restrição vinculada à memória disponível para armazenamento. Como cada arquivo contém, no máximo, dez mil pontos, o limite de endereçamento não é atingido.

Os arquivos de pontos são todos armazenados em código binário para economia de memória de armazenamento.

4.3 OS ARQUIVOS DE PARCELAS

Uma organização semelhante à dos arquivos de pontos foi elaborada para os arquivos de parcelas, como esquematizado na figura 4.11.

Esta estrutura solucionou duas indefinições: quanto ao número de pontos delimitantes da parcela e quanto ao número de subdivisões futuras a que pode ser submetida uma parcela.



Figura 4.11 Estrutura Lógica dos Arquivos de Parcelas.

A análise de uma amostra de parcelas mostrou ficar próxima de 8 a média de pontos delimitantes, entretanto a indefinição permanece. Para solucioná-la as cadeias para informações excedentes são acionadas assim que os registros de parcelas tornam-se insuficientes para o armazenamento de todos os pontos.

Um encadeamento aberto, de cadeias secundárias, foi a solução para a segunda indefinição, permitindo encadear tantos re

gistros quantas forem as modificações de afixos de parcelas de mesmo número; desde que haja espaço disponível no arquivo.

O número da parcela, excluindo-se o afixo, é a chave de ordenação da cadeia principal e o afixo, a chave de ordenação das cadeias secundárias. As cadeias secundárias armazenam parcelas de mesmo número e afixos diferentes, e são ordenadas em ordem crescente de afixo.

Este tipo de estrutura é eficiente para pesquisa pontual (de parcelas individuais). O CTR necessita, além da pesquisa pontual, a identificação de todas as parcelas pertencentes a determinada carta cadastral. Como os arquivos de parcelas são estruturados por município esta identificação torna-se inviável. Para suprir esta deficiência planejou-se a organização de um arquivo seqüencial para cada carta cadastral, contendo a codificação completa (código de município, número da parcela e afixo) de todas as parcelas situadas na carta, acompanhada de seu endereço físico nos arquivos de parcelas.

Sendo o número de parcelas de cada município variável, optou-se pelo armazenamento dos índices em arquivos individuais para cada município.

Assim, a organização do armazenamento das informações referentes a parcelas, prevendo pesquisa individual e pesquisa para uma carta cadastral, ficou distribuída em: (a) um arquivo de índice para cada município; (b) um arquivo de geometria de parcelas para cada município e; (c) um arquivo de identificação e localização de todas as parcelas de uma carta cadastral (arqui-

vo de parcelas/carta) para cada carta, como esquematizado na figura 4.12.

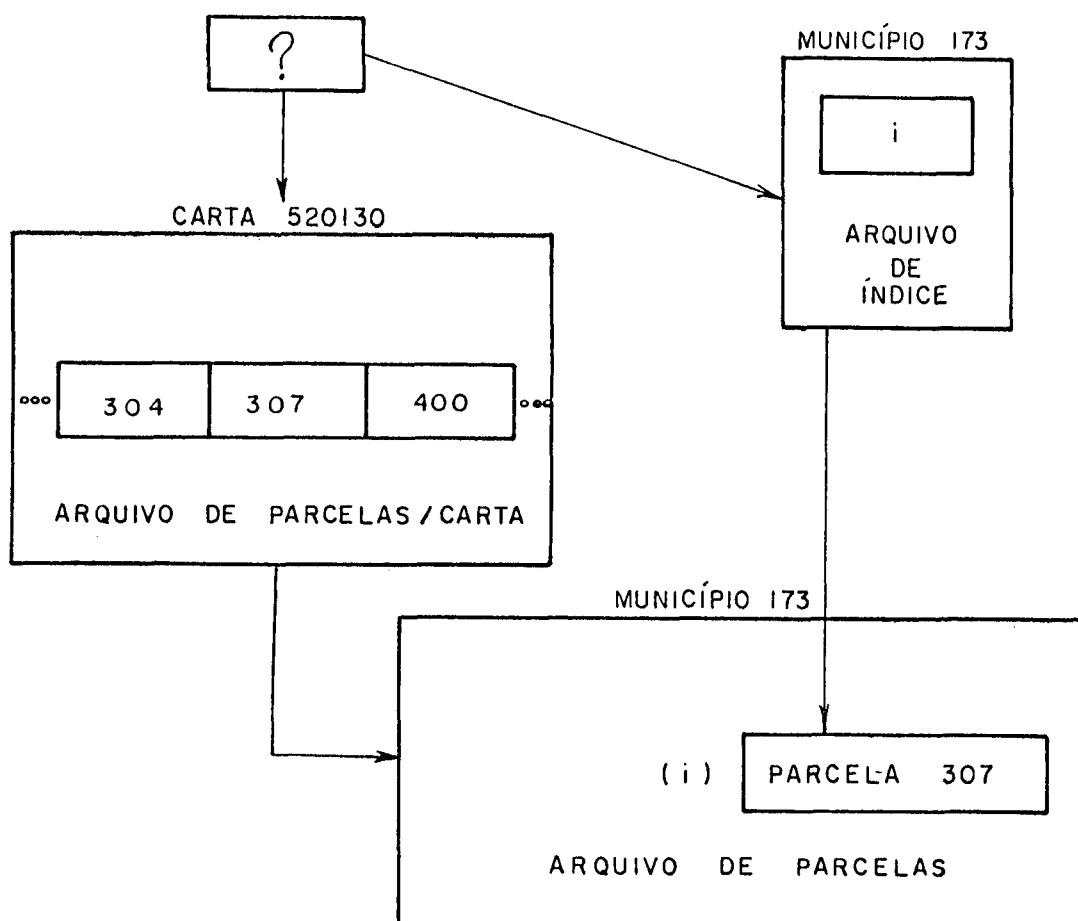


Figura 4.12 Organização do Armazenamento das Informações Referentes a Parcelas.

Eventualmente, um município pode ultrapassar o número de 30000 parcelas (capacidade máxima dos arquivos de parcelas) e, nestes casos, um segundo arquivo de parcelas é gerado para aquele mesmo município. No caso dos municípios envolvidos no projeto piloto do CTR este limite não será ultrapassado.

Devido à dificuldade encontrada pela equipe técnica, responsável pela manutenção dos arquivos, no manuseio de arquivos

armazenados em código binário, os arquivos referentes a parcelas são armazenados em código ASCII, apesar de consumir muito mais espaço de armazenamento.

4.3.1 OS ÍNDICES

Os arquivos de índice foram projetados com registros de 64 palavras (128 bytes), como esquematizado na figura 4.13. Cada registro reserva campos para 25 endereços de parcelas, em sequência. O primeiro registro armazena o código numérico do município e os endereços das parcelas de número 1 a 25 existentes, o segundo registro tem 25 campos reservados para os endereços das parcelas 26 a 50, e assim sucessivamente, até o último número de parcela existente.

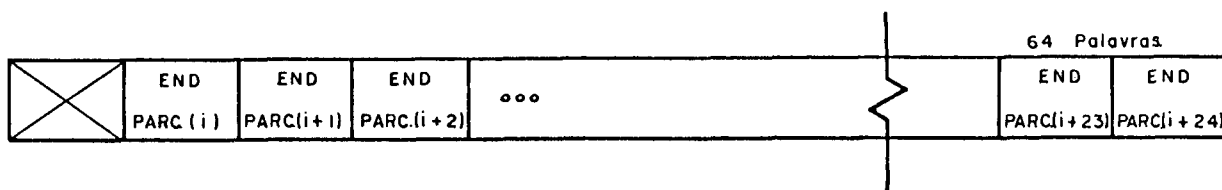


Figura 4.13 Esquema de Registro de Arquivo Índice de Parcelas.

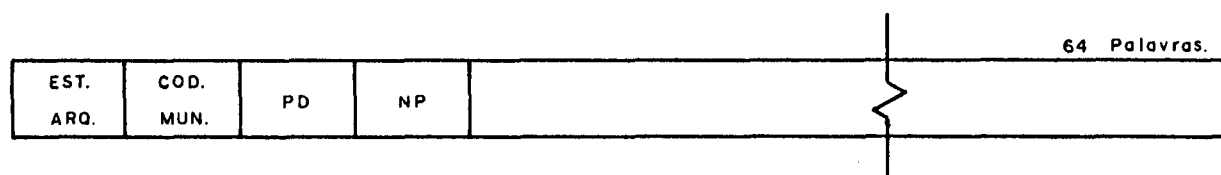
O tamanho dos arquivos de índice, devido a numeração sequencial das parcelas, varia conforme o número de parcelas de cada município.

4.3.2 OS ARQUIVOS DE PARCELAS

Os registros dos arquivos de parcelas foram definidos com

64 palavras (128 bytes).

O primeiro registro, como na figura 4.14, executa a função de cabeçalho, indicando: o estado do arquivo (para controle interno); o código numérico do município a que se refere; o endereço físico do primeiro registro disponível; e o número de parcelas armazenadas até o momento.



EST. ARQ - estado do arquivo.

COD. MUN. - código do município.

PD - primeiro registro disponível

NP - numero de parcelas armazenadas.

Figura 4.14 Esquema de Registro Cabeçalho de Arquivo de Parcelas.

Os demais registros são registros de parcelas e registros elo dos encadeamentos para informações excedentes.

Os registros de parcelas (figura 4.15) armazenam o código de estado do registro, o número da parcela e afixo em campos distintos, e todos os números dos pontos de divisa, responsáveis pela geometria da parcela. Reservam ainda dois campos para os ponteiros do encadeamento secundário e encadeamento para informações excedentes.

Os códigos de estado são idênticos aos utilizados nos arquivos de pontos, apenas que referidos a parcelas.

Para o armazenamento da geometria de parcelas reservou-

se 96 bytes em um único campo. Antes de ser armazenada, a sequência geométrica de pontos da parcela é compactada por uma linguagem especial. Esta linguagem visa economizar espaço evitando a repetição de número de cartas (contidos na codificação dos pontos) e compactando as seqüências de pontos através da indicação do ponto inicial e final.

64 Palavras						
COD.	NUM. PARC.	NUM. AF.	PT 1	PONTOS DE DIVISA	PT 2	
				96 bytes	12 unidades.	

COD - código de estado do registro.

NUM. PARC. - número de parcela

NUM. AF. - número da afixo.

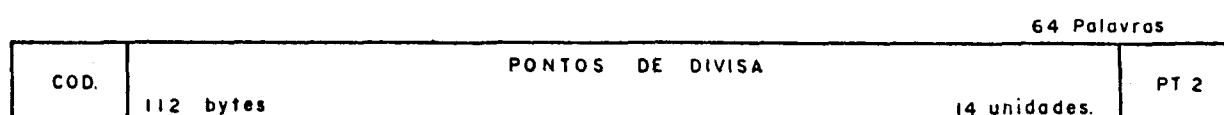
PT(i) - ponteiros de encadeamento.

Figura 4.15 Esquema de Registro de Parcelas.

Cada oito caracteres das cadeias resultantes são considerados como uma unidade de informação: o prefixo PL adicionado ao número de carta indica que esta carta prevalecerá até nova unidade com prefixo PL; o prefixo PISO adicionado ao número do ponto (tipo e número com 4 dígitos) indica ser este um número isolado; e a unidade com 8 caracteres numéricos indica que os quatro primeiros referem-se ao ponto inicial de uma seqüência e os quatro últimos, ao ponto final. Uma cadeia de 96 bytes armazena até 12 destas unidades. A cadeia de caracteres "PL520130PISO204541104115", como exemplo, informa que a parcela é geometricamente identificada pelos pontos 2045, 4110, 4111, 4112, 4113, 4114 e 4115 da carta 520130, nesta seqüência.

Quando 12 unidades não são suficientes para armazenar to

da a geometria, a cadeia para informações excedentes é acionada. Um novo registro, registro elo da cadeia, como na figura 4.16, torna-se disponível para o armazenamento de uma nova cadeia de, no máximo, 14 unidades (112 bytes) cada. Este registro contém, além do campo reservado à geometria, um campo para estado do registro e um campo para ponteiro do encadeamento.



COD.- código de estado de registro.

PT 2- ponteiro de encadeamento da cadeia para informações excedentes.

Figura 4.16 Esquema de Registro Elo de Cadeia para Informações Excedentes.

4.3.3 OS ARQUIVOS PARCELAS/CARTA

Cada carta cadastral possui um arquivo individual que armazena todas as parcelas nela situadas e seus respectivos endereços nos arquivos de parcelas.

Os registros foram projetados com 16 bytes, sendo 11 para a codificação código de município/número de parcela - afixo (respectivamente 3, 5 e 3 caracteres) e 5 para os endereços.

Qualquer atualização nos arquivos de parcelas implica na atualização dos arquivos parcelas/carta atingidos pela mudança.

4.4 ENDEREÇAMENTO DE REGISTROS

Todo endereçamento de registros de pontos e de registros de parcelas, nos respectivos arquivos, é executado pelos índices ou pelos ponteiros de seqüência lógica das cadeias.

Um novo registro a ser inserido ocupa sempre a posição do primeiro registro disponível no arquivo; sendo atualizados os índices e ponteiros dos encadeamentos envolvidos, quanto ao novo endereço.

O endereçamento dos índices obedece posições pré-determinadas. Nos arquivos de pontos os índices ocupam os endereços subsequentes ao cabeçalho. Nos arquivos de índice de parcelas o endereçamento utiliza a seqüência do número das parcelas (25 endereços de registros de parcelas por registro de índice endereçado).

4.5 CARGA DOS ARQUIVOS

A carga dos arquivos de pontos e de parcelas é feita através da liberação automática de arquivos temporários seqüenciais contendo as informações a serem inseridas, em formato pré-estabelecido.

Estes arquivos são gerados a partir de cálculos efetuados por programas do próprio sistema.

O cálculo de coordenadas de pontos gera um arquivo que contém um registro para cada ponto e seus atributos. O registro armazena o código completo do ponto, suas coordenadas UTM, altitude, data de cálculo e código da operação a efetuar. Devido à dupla função deste arquivo, a de armazenar as informações a serem inseridas nos arquivos permanentes e a de armazenar as informações recuperadas dos arquivos permanentes para subsidiar novos cálculos, o código de operação é I para registros a inserir e F para registros com informações fornecidas da base de dados.

O cálculo da área das parcelas alimenta um outro arquivo, seqüencial, que contém sucessivamente para cada parcela a sua codificação completa, codificação completa de todos os pontos da geometria e um código indicando final da parcela.

Os arquivos temporários, após alimentarem os definitivos com suas informações, são destruídos e há disponibilidade para criação de novos arquivos temporários.

Deste modo o próprio sistema encarrega-se da alimentação dos arquivos permanentes, evitando erros de digitação.

4.6 TRATAMENTO DE REGISTROS DISPONÍVEIS

O tratamento dos registros disponíveis por exclusão nos arquivos de pontos e de parcelas segue o método do encadeamento livre, reaproveitando sempre os registros liberados. O Apêndice 2 trata de alguns métodos de organização de registros disponíveis, inclusive o do encadeamento livre.

Em cada cabeçalho de arquivo um campo é reservado para indicar o endereço do primeiro registro disponível. Se este registro houver sido objeto de uma exclusão, armazena o endereço do próximo registro disponível. Desse modo há a manutenção automática de um encadeamento de registros disponíveis por exclusões, a serem reaproveitados pelas próximas operações de carga.

4.7 CONSULTA A ARQUIVOS

Nos arquivos de pontos a leitura sequencial completa e a pesquisa pontual são executadas com auxílio do índice. O registro de índice que contém o endereço do ponto é identificado e lido. Com este endereço da âncora da cadeia secundária do ponto, procede-se a pesquisa sequencial com no máximo mais nove acessos a disco.

A recuperação da geometria de todas as parcelas de uma determinada carta cadastral (para consulta ou saída gráfica) é executada através da leitura do respectivo arquivo de parcelas/carta e dos arquivos de parcelas indicados.

A pesquisa de uma parcela individual é executada através do acesso direto ao índice, identificando o endereço do registro âncora da cadeia secundária, que é pesquisada sequencialmente no arquivo de parcela referente.

4.8 MANUTENÇÃO DE ARQUIVOS

Modificar e excluir informações são as duas possibilidades oferecidas pelos programas de atualização dos arquivos.

Para atualização dos arquivos de pontos estão disponíveis as opções:

- (a) desativar pontos (que permanecerão armazenados);
- (b) reativar pontos;
- (c) alterar status, altitude ou data de cálculo;
- (d) excluir pontos;
- (e) alterar coordenadas.

Com as operações (d) e (e) devem ser tomadas precauções pois executadas erroneamente causarão danos à estrutura lógica da base geométrica. Estas operações só estão disponíveis à equipe técnica de manutenção dos arquivos.

Para manutenção dos arquivos referentes a parcelas dispõe-se das seguintes opções:

- (a) desativar parcelas;
- (b) reativar parcelas;
- (c) excluir parcelas;
- (d) alterar geometria armazenada.

Como no caso dos pontos as operações de exclusão e alteração de divisas são executadas apenas pela equipe de manutenção dos arquivos.

A cada operação de manutenção dos arquivos de parcelas os registros dos pontos, nos arquivos de pontos, referentes às parcelas alteradas são automaticamente atualizados quanto aos campos de identificação de parcelas a que pertencem.

4.9 AVALIAÇÃO DE CONFRONTANTES

Para avaliação de confrontantes de uma parcela são utilizadas as informações sobre parcelas armazenadas nos arquivos de pontos.

Ao identificar, para cada ponto de divisa, quais as demais parcelas que o compartilham em sua descrição geométrica, obtém-se a informação de todas as parcelas confrontantes.

4.10 ARQUIVOS E LISTAGENS DE SAÍDA

O sistema está apto a fornecer, em arquivos de saída, as informações sobre:

- (a) um ponto individual;
- (b) uma seqüência de pontos de uma carta;
- (c) todos os pontos de determinada carta.

As informações referentes a parcelas são fornecidas em arquivos sequenciais, conforme as opções:

- (a) parcela individual;
- (b) todas as parcelas de determinada carta.

Na opção (a) o arquivo sequencial informa o código da parcela, o código de cada ponto de divisa acompanhado de suas coordenadas, altitude e data de cálculo; para a parcela em questão e para todas as parcelas confrontantes.

Na opção (b) o arquivo sequencial de saída é semelhante ao anterior, porém contendo todas as parcelas situadas na carta desejada (mesmo aquelas que só parcialmente pertencem à carta). A opção (b) ainda carrega um arquivo com a informação dos demais pontos a serem representados na carta (pontos geodésicos, altimétricos e outros).

A cada operação de carga de arquivos é emitida uma listagem indicando passo a passo todas as informações inseridas e alertando quando da ocorrência de qualquer problema.

Para o controle da estrutura dos arquivos e auxílio na identificação de eventuais problemas é possível a impressão de todos os dados dos arquivos de índice de parcelas, de arquivos de parcelas e de arquivos de pontos, em formato adequado à conferência.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos necessários ao desenvolvimento teórico e os resultados obtidos da implementação prática da base geométrica conduziram à constatação de algumas premissas relevantes.

O desempenho da base de dados do CTR em microcomputador, quando da conclusão desta pesquisa, foi considerado bastante satisfatório, indicando uma nova alternativa para automação de sistemas cadastrais. A aquisição de equipamentos de grande porte e a contratação de casas especializadas em desenvolvimento de software sendo desnecessárias, diminuíram significativamente os custos do projeto no que tange aos aspectos de armazenamento seguro e recuperação eficiente das informações.

A segurança e consistência das informações são necessidades prioritárias de qualquer base de dados. Os arquivos representam o núcleo, o nível mais interno, de uma base de dados. As informações, ao atingirem este núcleo para seu armazenamento, devem ter sido rigorosamente depuradas de erros sob o risco de comprometer a estrutura lógica do sistema. No caso do CTR, um digitador ou um usuário comum não tem acesso direto à base de dados. A carga das informações é feita através de arquivos que são liberados após conferência automática da consistência dos dados .

Entretanto, ainda é preciso prever a inserção de erros, e para isto há, à disposição dos técnicos responsáveis pela base de dados, módulos que permitem a exclusão das informações indevidas.

O objetivo de uma base de dados é armazenar as informações de modo a recuperá-las com eficiência, e torná-las disponíveis ao sistema para que as utilize como for necessário. A saída dos dados da base geométrica é fornecida através de arquivos sequenciais e, portanto, não é exigido do usuário o conhecimento da estrutura interna do sistema. Além disto os arquivos sequenciais são excelentes como interface a fitas magnéticas, sistemas gráficos interativos e dispositivos de saída gráfica em geral.

Os métodos mais eficazes de armazenamento tornam mais difícil a recuperação das informações. A vantagem do desenvolvimento de sistemas específicos para determinados fins é a versatilidade permitida ao planejamento da distribuição dos arquivos e à definição das estruturas de armazenamento e métodos de acesso. Um sistema específico atende com mais eficiência as prioridades do projeto.

Os resultados obtidos com a implementação da base geométrica do CTR comparados a alguns testes executados utilizando-se um software genérico de manipulação de arquivos mostraram-se superiores. Além da economia em termos de memória de armazenamento, algumas indefinições, como número de pontos de divisa de cada parcela, receberam tratamento mais adequado.

Uma base de dados cadastrais, deve ter disponível os utilitários mínimos necessários a qualquer base de dados; ou seja,

módulos de carga, manutenção, consulta e saída das informações; e ainda, ser estruturada para o tratamento de dados espaciais. A possibilidade da estruturação de um sistema de informação sobre uma base de dados e sua eficiência dependem exclusivamente de sua organização lógica. A manipulação gráfica, a utilização de sistemas gráficos interativos para visualização e atualização dos dados, só poderá ser incorporada ao sistema se a estrutura lógica da base de dados permitir.

A proposta inicial desta pesquisa incluiu a implantação da base geométrica em linguagem de programação acessível e bastante difundida para microcomputadores. A linguagem Basic foi escolhida e não atendeu às expectativas de modo satisfatório. A manipulação de uma base de dados composta de vários arquivos torna-se mais eficiente quando a linguagem permite mais flexibilidade nas operações de leitura e gravação de registros. O Basic não permite a leitura ou gravação de blocos ou páginas de dados em operação única. A cada comando de leitura ou gravação é recuperado para memória principal ou devolvido à memória secundária apenas o registro lógico definido para o arquivo. Além disto o Basic não é uma linguagem estruturada. As subrotinas fazem parte do programa sendo identificadas através da numeração de linhas, o que impossibilita sua compilação individual em módulos trazendo problemas ao programador para estruturação de programas com muitas variáveis. Portanto, com base nesta experiência é recomendada a utilização de uma linguagem com mais recursos e versatilidade como o Fortran, ou melhor ainda, como o Pascal ou C.

Com respeito à base geométrica do CTR, sugere-se ainda

o desenvolvimento de um módulo de verificação de consistência de estrutura lógica. Em um sistema deste tipo, operando com diversos arquivos, diferentes estruturas de armazenamento e métodos de acesso, podem ocorrer inconsistências que devem ser evitadas.

A outra sugestão é o desenvolvimento de um mecanismo de segurança contra eventuais interrupções no fornecimento de energia elétrica. Apesar do sistema ter sido desenvolvido de modo a manter arquivos abertos durante o tempo mínimo necessário, ainda há a possibilidade de ocorrência de interrupção durante uma operação. O procedimento adotado pelo CTR, bastante aconselhável, é a manutenção diária de cópias dos arquivos em disquetes.

A seção 4.10 descreveu o conteúdo dos arquivos sequenciais de saída de dados da base geométrica. Uma das necessidades do serviço cadastral é a saída gráfica em plotters das cartas cadastrais e plantas individuais de parcelas. Entretanto, a utilização direta destes arquivos para saída gráfica seria inconveniente. Estes arquivos contêm duplicatas das linhas e pontos compartilhados por mais de uma parcela. Uma sugestão, aproveitando o conceito topológico, é o desenvolvimento de arquivos de ligações com base em matrizes de incidência [17] (uma das possíveis representações dos grafos). Isto garante o traçado gráfico de cada elemento da carta cadastral eliminando a duplicidade nas linhas confrontantes e pontos. Os arquivos sequenciais de saída fornecem todas as informações necessárias e estão estruturados de modo a facilitar este desenvolvimento.

Os resultados da implantação da base geométrica do CTR

foram, em geral, satisfatórios e o sistema está sendo oficialmente utilizado pelo projeto piloto. A área teste envolve apenas sete municípios e, tanto o hardware, quando o software do sistema estão dimensionados para esta aplicação. Um projeto envolvendo a totalidade de municípios de um estado requer um sistema computacional de maior porte. Entretanto, o aproveitamento desta estrutura lógica de arquivos distribuídos, desenvolvida para base geométrica de cadastros técnicos rurais, em projetos mais amplos é recomendada por ser viável em qualquer ambiente computacional.

APÊNDICE 1

ESTRUTURAS DE DADOS DIGITAIS

No armazenamento de muitos dados o aspecto principal é a sua recuperação quando necessário. A maneira como os dados são armazenados na memória secundária, estrutura de armazenamento, e a maneira como são acessados, método de acesso, estão interligadas.

Normalmente a escolha de uma estrutura de armazenamento e de um método de acesso não está desvinculada das restrições das próprias estruturas físicas de armazenamento^(*).

1. ESTRUTURAS LÓGICAS DE ARMAZENAMENTO

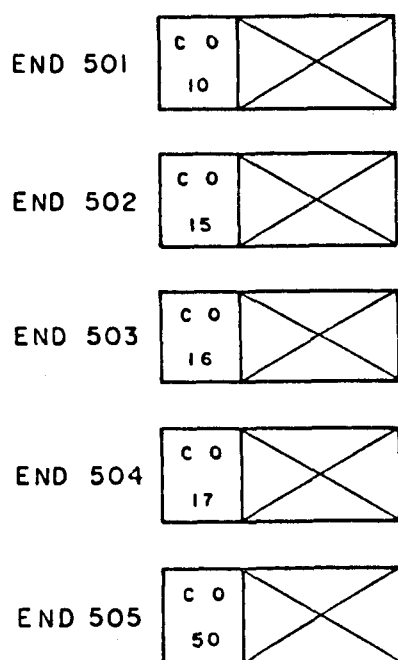
1.1 ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL

Numa organização sequencial os registros são dispostos ordenadamente, obedecendo à seqüência determinada por uma chave primária, chamada chave de ordenação.

(*) A exemplo do armazenamento e acesso sequencial para fitas magnéticas, e de outras estruturas (inclusive a sequencial) para discos magnéticos.

A organização é dita seqüencial rígida quando a ordenação é efetivada pela própria seqüência de armazenamento dos registros, como na figura A.1. Assim, quando o i -ésimo registro do arquivo é encontrado na localização l_i , o registro $i+1$ está na posição l_i+c , onde c é o comprimento do i -ésimo registro ou alguma constante que determina o espaçamento entre registros $|01|$.

A organização é dita seqüencial lógica quando a ordenação da seqüência é obtida através de ponteiros, armazenados no próprio registro, indicando o registro seguinte $|01|$, como na figura A.2.

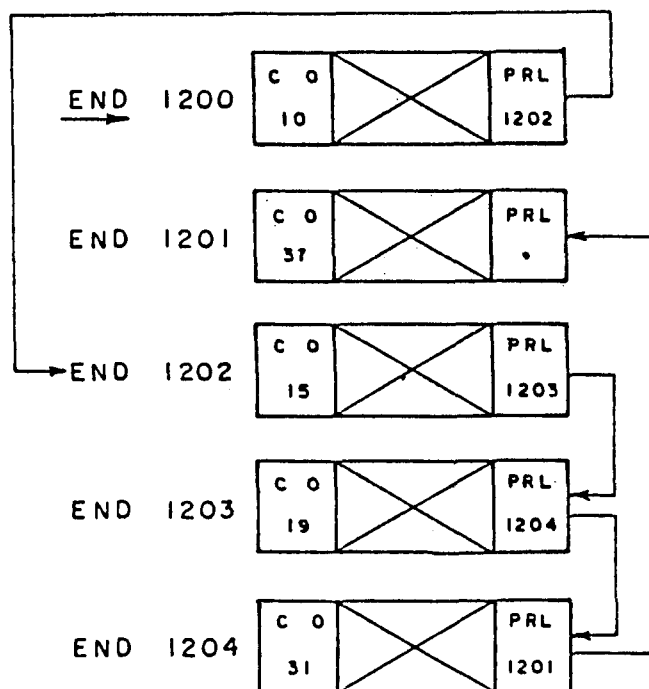


CO- chave de ordenação

END- endereço

Figura A.1 Organização

Seqüencial Rígida.



CO- chave de ordenação.

END- endereço.

PRL- endereço do próximo registro lógico.

Figura A.2 Organização Seqüencial Lógica.

O acesso a determinado registro, em uma organização sequencial rígida, pode ser feito por leitura sequencial dos registros ou através do método de pesquisa binária.

No caso da leitura sequencial (figura A.3), cada registro é examinado a partir do primeiro até ser localizado aquele que possui, para chave de acesso, um valor igual ao argumento de pesquisa, ou então ser atingido o fim do arquivo significando que o registro procurado não está presente [15].

Na pesquisa binária, esquematizada na figura A.4, o primeiro registro a ser consultado é aquele que ocupa a posição média do arquivo. Se a chave do registro for igual ao argumento de pesquisa, a pesquisa termina com sucesso, caso contrário, ocorre uma das duas situações:

- a chave do registro é maior que o argumento de pesquisa e o processo de busca é repetido para a metade inferior do arquivo;
- a chave do registro é menor que o argumento de pesquisa e o processo é repetido para a metade superior do arquivo.

A busca é encerrada sem sucesso quando a área de pesquisa, que a cada comparação é reduzida à metade, assumir comprimento zero [15].

A organização sequencial lógica não permite o acesso a um registro através da pesquisa binária, admitindo somente lei-

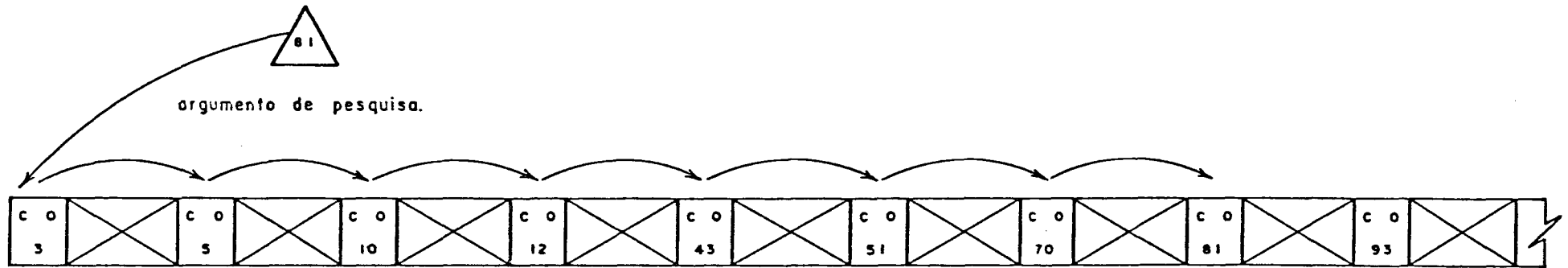


Figura A.3 Leitura Seqüencial de Registros.

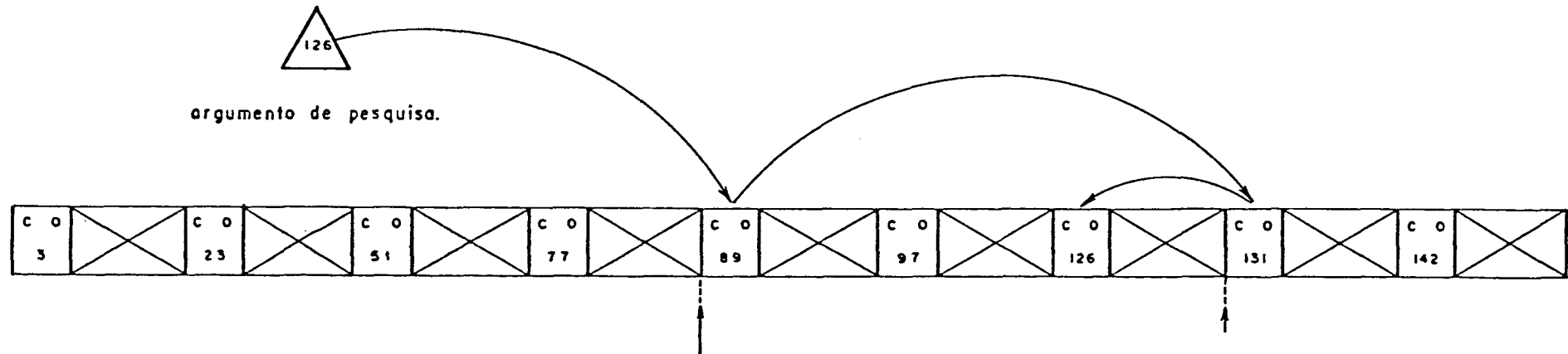


Figura A.4 Pesquisa Binária.

tura seqüencial.

A maneira usual de proceder inserções de registros em um arquivo seqüencial rígido S consiste em montar um arquivo, também seqüencial rígido, T de transações contendo os registros a serem inseridos, ordenado pela mesma chave de ordenação de S. Os arquivos S e T são intercalados gerando o arquivo A que é a versão atualizada de S | 15|. A partir daí os arquivos S e T não mais são necessários.

Numa organização seqüencial lógica os novos registros podem ser gravados no final da área de "overflow", e o arquivo reorganizado para nova seqüência, sendo que somente os ponteiros serão alterados | 01 |.

As exclusões de registros podem ser efetuadas da mesma maneira que as inserções, por meio de um arquivo T a ser intercalado, no caso de seqüência rígida, ou; por meio de um campo adicional que indique o estado do registro, sendo "excluído" um de seus possíveis valores | 15 |, para seqüências rígidas ou lógicas. Ainda no caso de seqüência lógica, há possibilidade de exclusão de um registro através de alteração do ponteiro do registro anterior, que passará a apontar o registro subsequente ao que deve ser excluído | 01|.

A figura A.5 ilustra a inserção e exclusão de registros.

A alteração de um registro é a modificação de um ou mais de seus atributos.

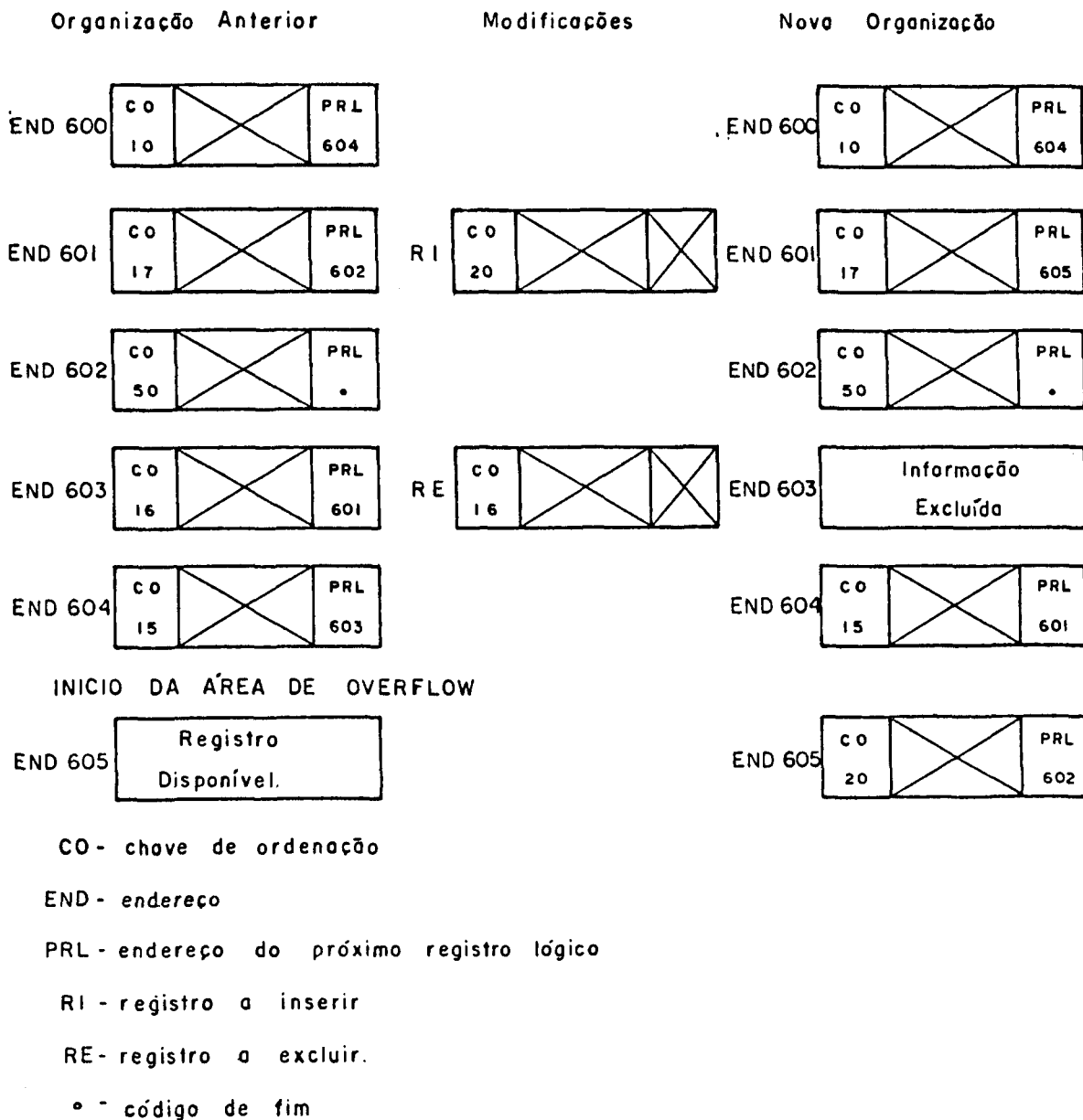


Figura A.5 Inserindo e Excluindo Registro em uma Organização Sequencial Lógica.

O registro deve ser localizado, lido e seus campos alterados, sendo então gravado novamente. Nesta operação não deve ocorrer:

- (a) alteração da chave de ordenação;
- (b) aumento de tamanho do registro.

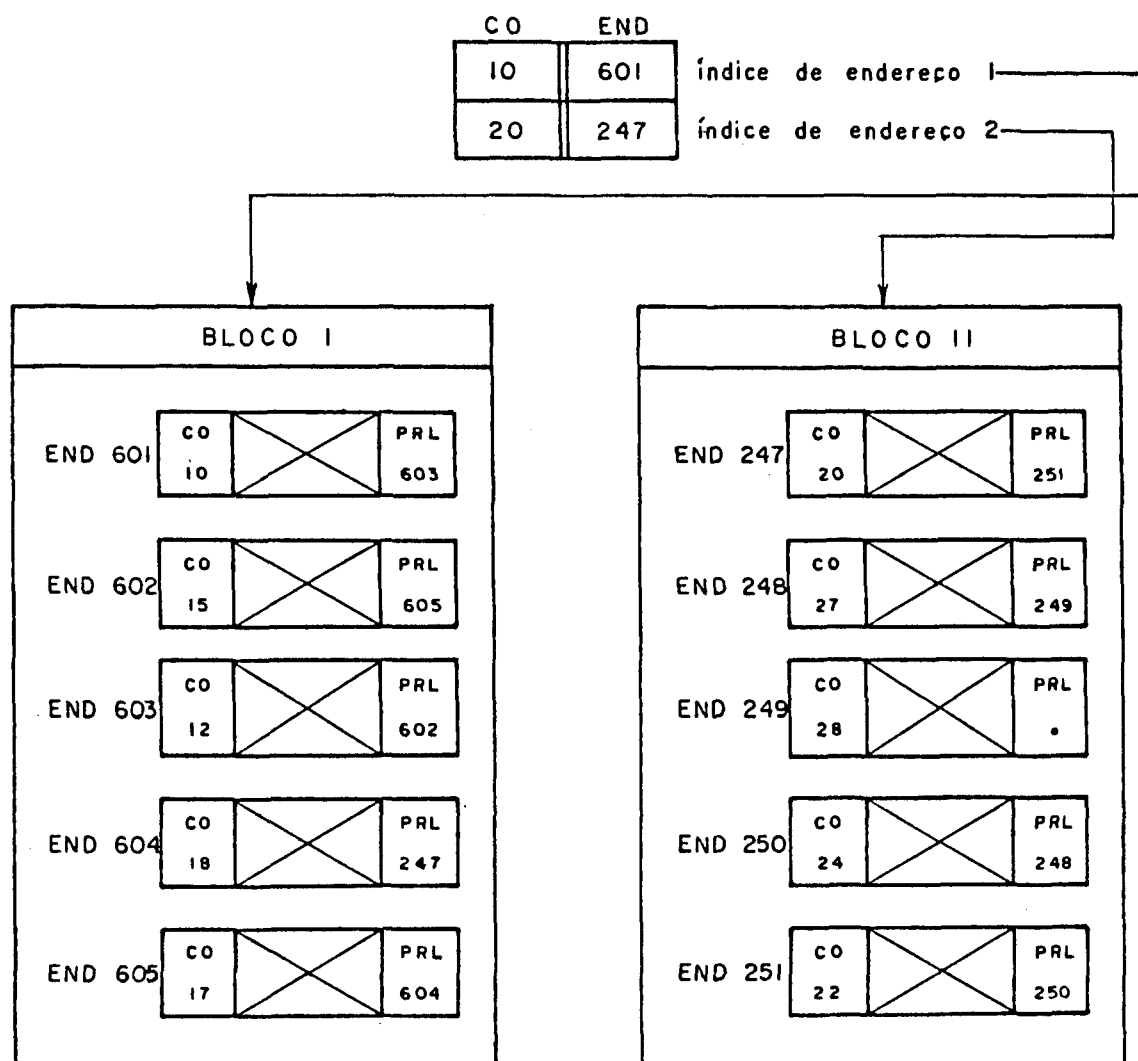
O primeiro caso implica na mudança de posição do registro dentro do arquivo (seqüencial rígido) ou desordenação de ponteiros (seqüencial lógico). No segundo caso o registro não pode ser gravado em sua posição original por falta de espaço |15|.

1.2 ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL INDEXADA

Quando, em um arquivo seqüencial, o volume de acessos torna-se muito grande, surge a necessidade da utilização de uma estrutura de acesso associada ao arquivo, que ofereça maior eficiência na localização de um registro identificado por um argumento de pesquisa, do que os métodos vistos para arquivos seqüenciais |15|.

Havendo a possibilidade da divisão dos dados, organizados em seqüência lógica, em páginas de dados armazenando-se os endereços dos registros iniciais destas páginas, não haverá mais necessidade de pesquisa no arquivo todo. Assim, pode-se construir uma tabela que indique, para cada página, o menor elemento de ordenação e o endereço do registro que o contém. O par critério de ordenação - endereço de registro é denominado índice de endereço (exercendo a função de ponteiro), e a tabela que contém todos os índices de endereço é uma tabela de índice |01|

A pesquisa sobre um índice pode ser feita com maior rapidez do que se fosse feita diretamente sobre o arquivo de dados correspondente |15|. A figura A.6 mostra uma estrutura seqüencial indexada onde o acesso pode ser tanto seqüencial quanto seqüencial indexado.



CO - chave de ordenação

PRL - endereço do próximo registro lógico.

Figura A.6 Organização Seqüencial Indexada.

Numa organização os dados podem ter um critério de ordenação primário (com chave primária) e critérios de ordenação secundários (com chaves secundárias). Os índices relativos são os índices primários e os índices secundários. Esta indexação dos dados conforme vários critérios de ordenação é conhecida como estrutura de múltiplo acesso [01] e está exemplificada na figura A.7.

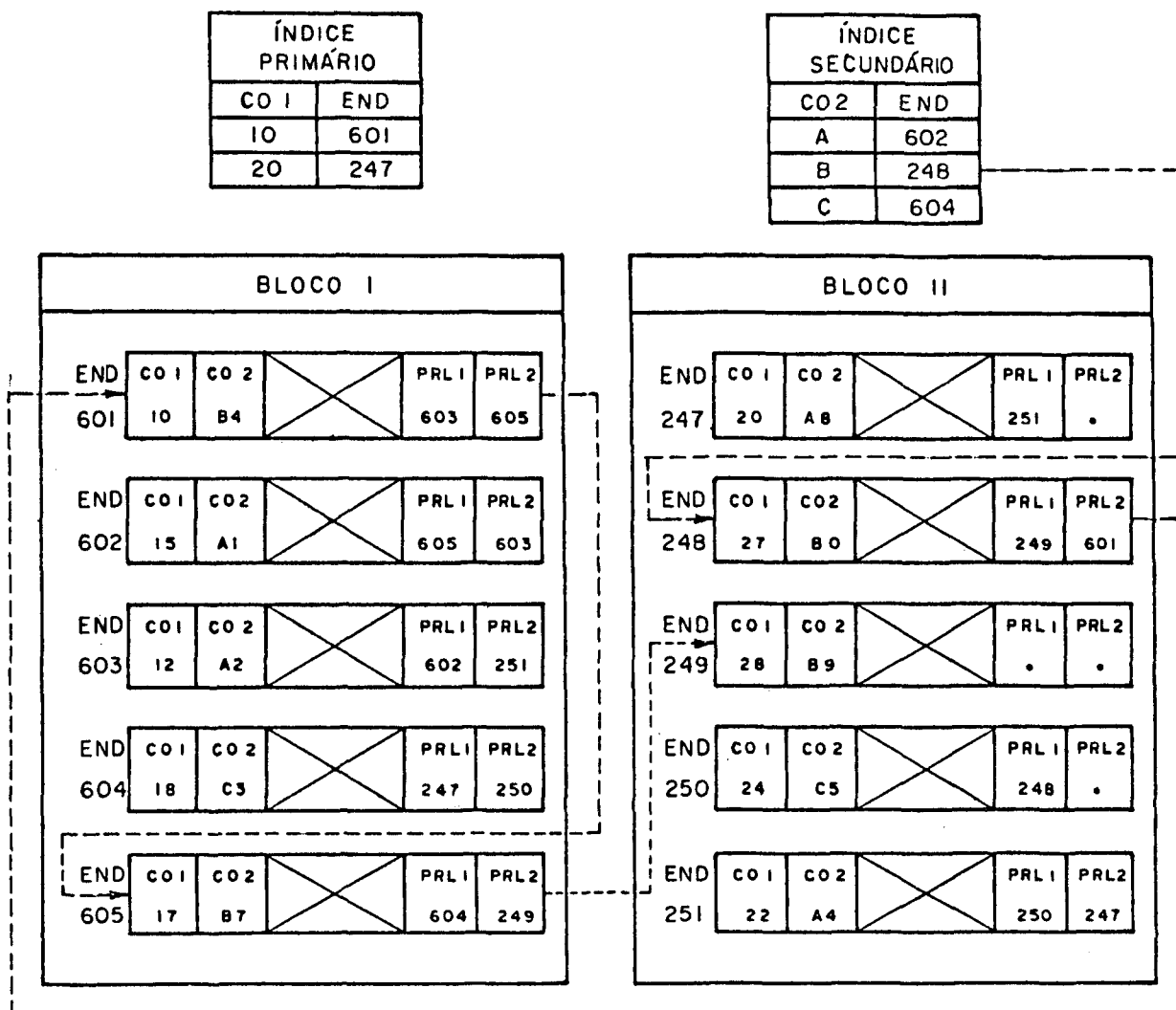


Figura A.7 Pesquisa sobre Vários Índices.

Semelhante à indexação de múltiplo acesso tem-se o caso das listas invertidas. Esta organização é baseada em uma mudança de papéis de registro e atributo. Ao invés de se coletar os valores dos atributos para cada registro, identifica-se os registros que possuem determinados valores da chave de acesso considerada. A cada um dos valores da chave de acesso, presentes no arquivo, é associada uma lista de identificação de registros chamada lista invertida [01]. As técnicas usuais na organização de

índices são válidas também para este caso, devendo ser tomado o cuidado com o fato de que, em um arquivo invertido, à cada valor de chave de acesso está associado não apenas um endereço de registro, mas sim um conjunto de endereços de registros que possuem aquele valor da chave.

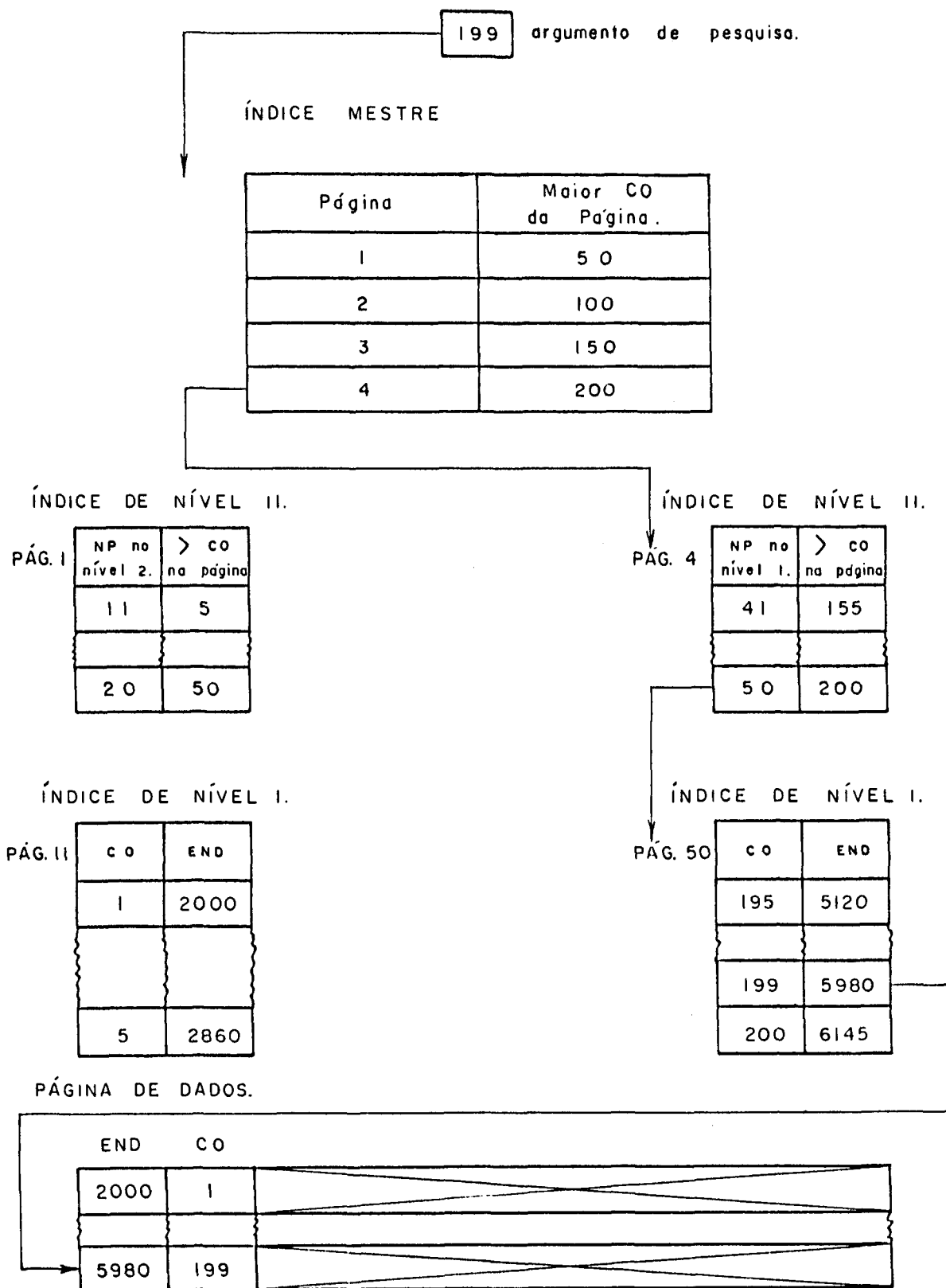
Sendo o arquivo de dados muito grande, pode-se imaginar índice de índice, dividindo-se o índice em várias páginas indexadas em um índice superior [01]. Esta indexação é conhecida como indexação em níveis.

É também usual o estabelecimento de índices estruturados de acordo com os níveis físicos dos meios de armazenamento. Este é o caso de discos magnéticos, nos quais podemos identificar os níveis de disco, cilindro e trilha [15].

Na figura A.8, no índice do primeiro nível armazenam-se os critérios de ordenação e endereços dos registros. O segundo nível contém, para cada página do primeiro nível, o maior critério de ordenação. No índice mestre estão os maiores critérios de ordenação para cada página do segundo nível.

É usual a implementação de índices sob a forma de uma árvore-B, devido à grande flexibilidade destas estruturas em relação às operações de inserção e exclusão de entradas no índice e também à garantia de eficiência na pesquisa que elas oferecem [15].

Ao se trabalhar com páginas de tamanho constante não é necessário armazenar os endereços das páginas nos índices. Se o



NP - numero de página.

CO - maior chave de ordenação.

Figura A.8 Organização com Indexação em Níveis.

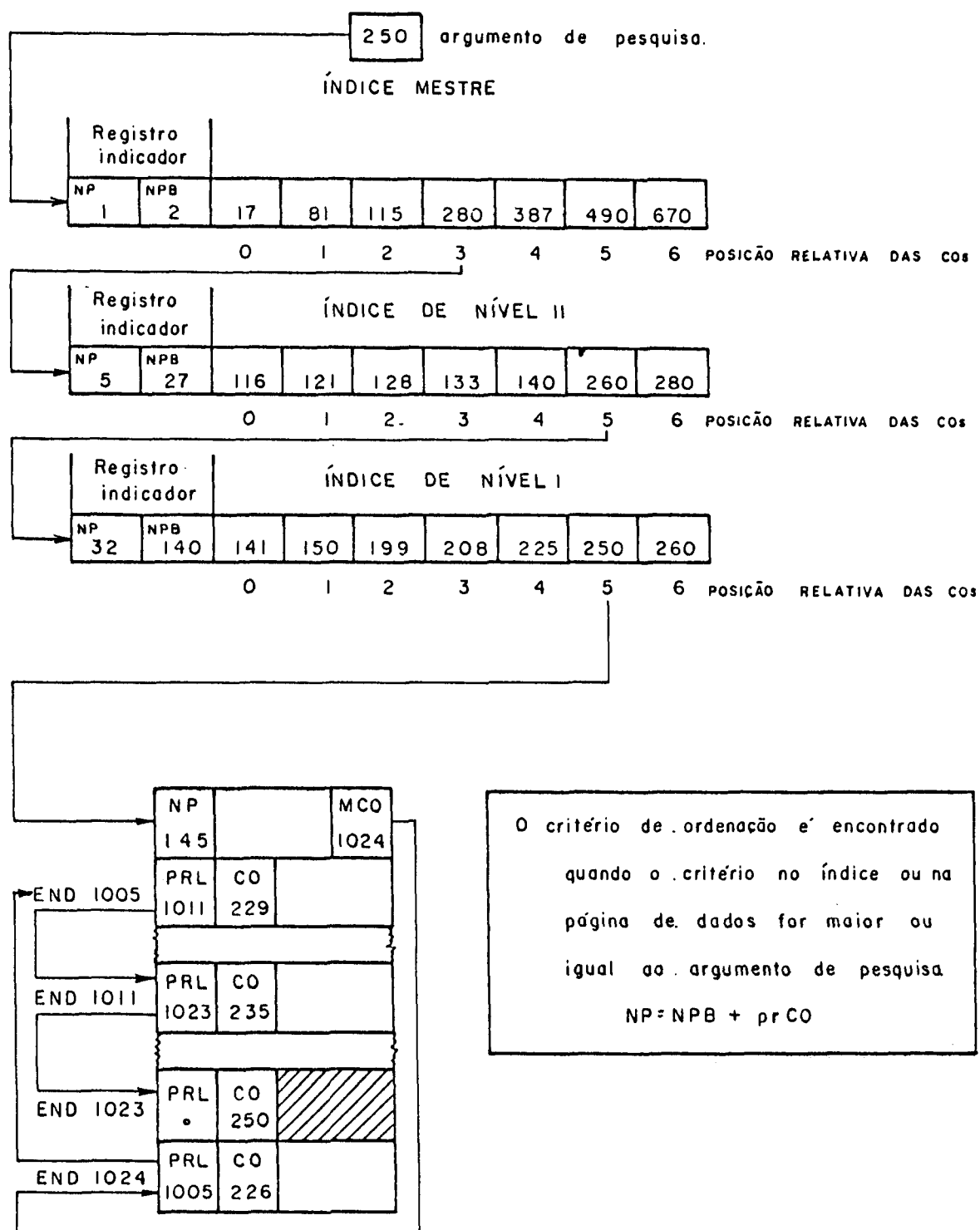
registro indicador do início da página for lido obtém-se a informação sobre o número da página em questão e o número da página básica. O número da página básica é o número da página que contém o primeiro critério de ordenação. Os demais números de páginas que contêm os outros critérios desta página de índice são calculados |01|.

Para agilizar o acesso matêm-se o índice mestre na memória principal. Com a ajuda é lido o índice do segundo nível para memória principal e este indica o índice do primeiro nível , de onde se tem acesso ao setor de dados. Daí em diante a pesquisa é sequencial.

Na figura A.9 a pesquisa é feita da seguinte maneira : primeiro o argumento de pesquisa é procurado nas chaves de ordenação do índice principal. Um argumento é dado como encontrado quando o critério de ordenação no índice ou na página for maior ou igual ao argumento. Dentro das páginas os critérios são ordenados em ordem crescente e os registros de dados em sequencial lógica. O número da página é calculado somando-se o número da página básica à posição relativa do critério dentro da página índice.

1.3 ORGANIZAÇÃO INDEXADA

À medida que diminui a necessidade de leitura sequencial relativamente à frequência de acessos aleatórios, a manutenção da sequencialidade no arquivo encontra compensação cada vez menor em termos de eficiência de acesso, até tornar-se anti-econô



NP - número da página.

NPB - número da página básica.

MCO - endereço da menor chave de ordenação na página.

prCO - posição relativa da chave de ordenação no índice.

Figura A9 Pesquisa de um Registro com Chave de Ordenação 250 sobre Estrutura Seqüencial Indexada em 3 Níveis.

mica |15|.

A partir deste ponto torna-se mais conveniente o uso de um arquivo indexado, no qual os registros são acessados sempre através de um ou mais índices, não havendo qualquer compromisso com a ordem física ou lógica da instalação dos registros, como na figura A.10.

Os índices seguem o mesmo padrão daqueles utilizados em arquivos sequenciais indexados.

Um índice é dito exaustivo quando possui uma entrada para cada registro do arquivo e seletivo quando possui entradas apenas para um subconjunto dos registros. O subconjunto é definido por uma condição relativa à chave de acesso e/ou a outros atributos do arquivo |15|. Um exemplo de índice seletivo seria o índice dos funcionários estáveis (há mais de dez anos na empresa) sobre o cadastro geral de funcionários de uma empresa.

Se nenhum dos índices existentes sobre um arquivo indexado for exaustivo, é necessário a manutenção de uma tabela de alocação que identifique todos os espaços alocados para o arquivo, para fins de manutenção, administração e leitura exaustiva do arquivo |15|.

O maior problema relacionado com a utilização de arquivos indexados diz respeito à necessidade de atualização de todos os índices, quando um registro é inserido no arquivo. Atualizações nos índices também são necessárias quando a alteração

— ÍNDICE MESTRE ————— ÍNDICE DE NIVEL II ————— REGISTROS DE DADOS —

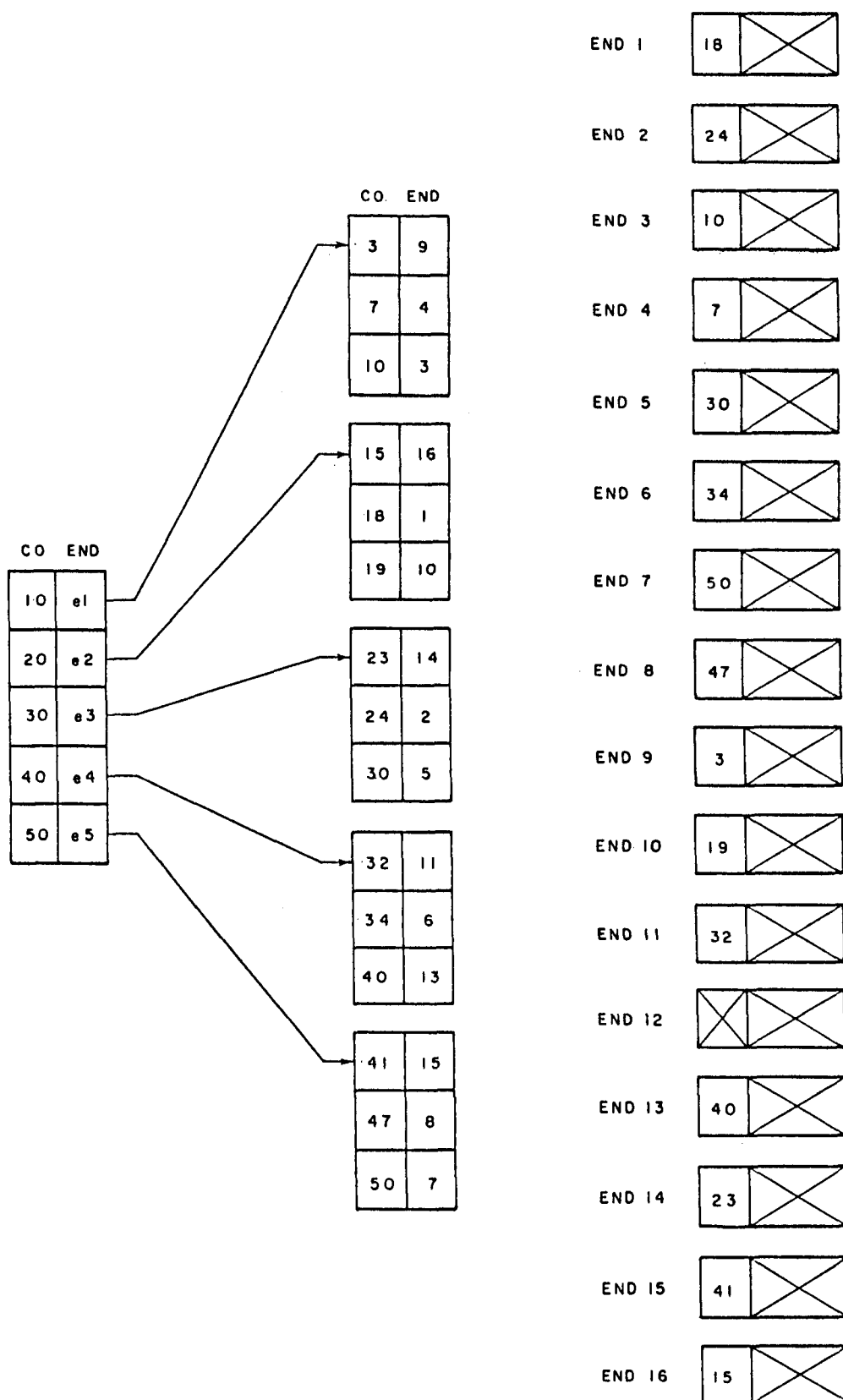


Figura A.10 Organização Indexada.

de um registro envolve atributos associados aos índices |06|.

Um registro é inserido em qualquer endereço disponível dentro da área alocada para o arquivo. A seguir o par (chave do registro, endereço do registro) relativo à chave de acesso para a qual existem índices é inserido nos índices correspondentes |15|. Para um índice seletivo é necessária uma verificação prévia para determinar se o registro satisfaz à condição de seleção antes de indexá-lo.

Na exclusão de um registro é liberada a área que ocupa através da exclusão de sua referência nos índices |15|. Quando há índices seletivos sobre o arquivo, surge o problema de se determinar em quais deles o registro excluído é referenciado.

Se houver necessidade de alteração e esta alteração não aumentar o tamanho do registro, este é lido, seus campos alterados e novamente gravado na mesma posição, sendo atualizados os índices referentes aos campos alterados. Caso contrário a alteração é implementada pela exclusão do registro, posteriormente inserido em outra posição |15|.

1.4 ORGANIZAÇÃO RANDÔMICA

Com grande quantidade de dados, em alguns casos é possível que os métodos de acesso vistos anteriormente sejam ainda relativamente demorados mesmo com processamento rápido na memória principal. Assim, quando o objetivo é a obtenção de um acess

so aleatório eficiente e não há ocorrência de registros com mesmo critério de ordenação, pode-se eventualmente utilizar outro tipo de processamento. No caso da organização randômica existem duas formas de endereçamento: endereçamento direto e endereçamento indireto.

O endereçamento direto é obtido através de uma correspondência biunívoca entre um determinado valor de chave e um endereço físico em dispositivo de acesso direto |06|.

Se o critério de ordenação é somente numérico, se o intervalo dado pelos critérios é relativamente denso (não existindo grandes lacunas dentro do intervalo) e se o intervalo é ainda compatível com os endereços disponíveis então, é recomendado o endereçamento direto devido à possibilidade do aproveitamento do critério de ordenação diretamente como endereço de registro |01|.

Dados assim organizados permitem tanto o acesso sequencial como individual. O acesso individual é bem mais rápido que nas outras organizações porque cada registro pode ser encontrado com apenas uma operação de acesso à memória secundária |06|. Mas condições tão propícias ao endereçamento direto são raras na prática, existindo porém a possibilidade de se montar uma ligação entre critério e endereço relativamente simples, através do endereçamento indireto.

O endereçamento indireto é útil quando se deseja fazer corresponder um grande número de valores de critérios de ordenação à um conjunto pequeno de endereços do dispositivo de acesso

direto.

É portanto, essencialmente, a procura de uma função H (algoritmo) de mapeamento de critérios K em endereços A numa relação m para 1 ($H: K \rightarrow A$) $|06|$. Estes algoritmos normalmente densificam um critério de ordenação com muitos dígitos em endereços de registros com menos dígitos.

Os casos mais simples de endereçamento indireto são a soma ou subtração de uma constante ao critério de ordenação ou a divisão do critério de ordenação por um valor constante tomando-se o quociente da divisão como endereço do bloco e o eventual resto como a posição do registro dentro do bloco $|06|$.

A relação m para 1 provoca o aparecimento de sinônimos (colisões), isto é, critérios diferentes que transformados por H resultam em um mesmo endereço físico.

Então, primeiramente é necessário encontrar uma função H que gere, para cada critério (ou chave) um endereço tão único quanto possível e, em segundo lugar, planejar o tratamento das eventuais colisões.

A relação m para 1 neste caso destrói a seqüência lógica dos registros e o acesso seqüencial torna-se impossível. O acesso médio para um registro individual é maior que um, mas a memória é utilizada de maneira mais completa $|06|$.

Evidentemente há uma infinidade de funções de aleatorização. Um outro exemplo de endereçamento indireto é dado por um

processo de escolha de dígitos. Neste processo recomenda-se primeiramente analisar com cuidado os critérios de ordenação para encontrar posições onde os dígitos melhor se distribuem de zero a nove. No exemplo da figura A.11 os critérios são formados por dez dígitos. A proposta é armazenar 18720 registros em 20000 registros disponíveis. Para endereçar os registros necessita-se de números com cinco casas. São escolhidas as cinco posições de melhor distribuição em todos os critérios. Como existem apenas 18720 registros, os números escolhidos são multiplicados pelo fator 0,2 que garante a obtenção de endereços de 0 a 19999 |01|.

CHAVE DE ORDENAÇÃO	DÍGITOS ESCOLHIDOS.	NÚMERO DO REGISTRO
525019 9257	51927	10385
726021 8844	72184	14436
919185 9369	98539	19707
128093 8751	19371	03874
325958 9556	35856	07171

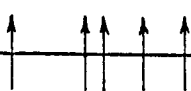


Figura A.11 - Processo de Escolha de Dígitos.

O tratamento de sinônimos pode ser efetuado por métodos especiais de resolução de colisões |06|, como por exemplo o mêtodo do encadeamento direto, onde sinônimos são ligados através de uma lista de ponteiros, como na figura A.12.

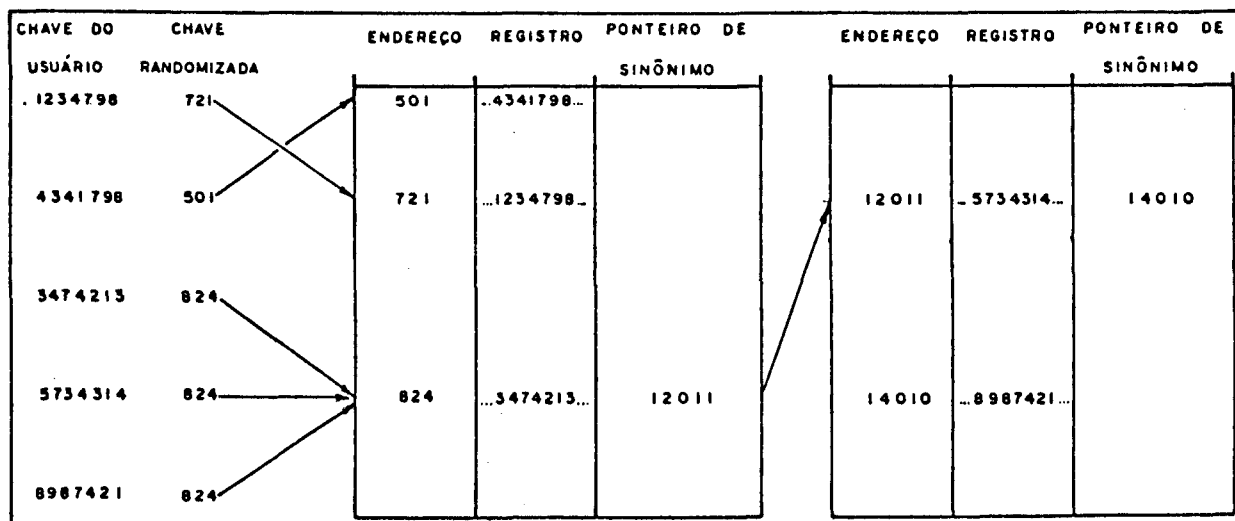


Figura A.12 Organização Randômica com Tratamento de Colisões por Encadeamento Direto.

2. ENCADEAMENTO DE REGISTROS

A principal finalidade de uma organização de dados é a eficiência na recuperação das informações. Além dos métodos de armazenamento e acesso já discutidos podem ser empregadas técnicas adicionais para atingir este objetivo.

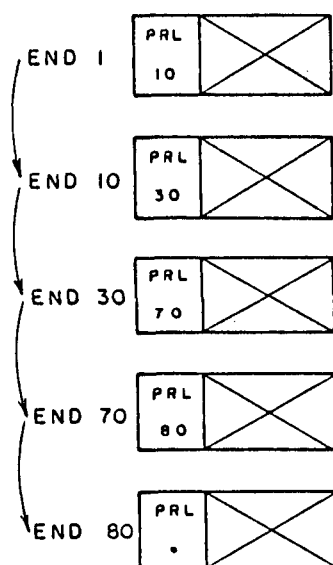
Entre registros, segmentos ou elementos existem relações lógicas que podem ser aproveitadas na estruturação do armazenamento. Ao armazenar em um determinado registro o endereço de um outro que lhe segue conforme certo critério de ordenação e sequência lógica, cria-se uma cadeia de registros. O registro que armazena o primeiro ponteiro da cadeia chama-se registro âncora e os demais, registros elos |01|.

Como registro âncora de uma cadeia recomenda-se a esco-

lha de um registro que raramente sofra alterações, ou por outra, só em caso da organização lógica ser alterada. Este registro deve conter informações importantes para o processamento pois é ponto de entrada da cadeia. Muitas vezes as âncoras contêm dados comuns a todos os elos da cadeia [01].

Toda cadeia tem, obrigatoriamente, um registro âncora, porém o número de registros elos não é limitado teoricamente. O endereço armazenado no registro âncora aponta para o primeiro registro elo, o endereço no primeiro registro elo aponta para o próximo registro elo e assim por diante.

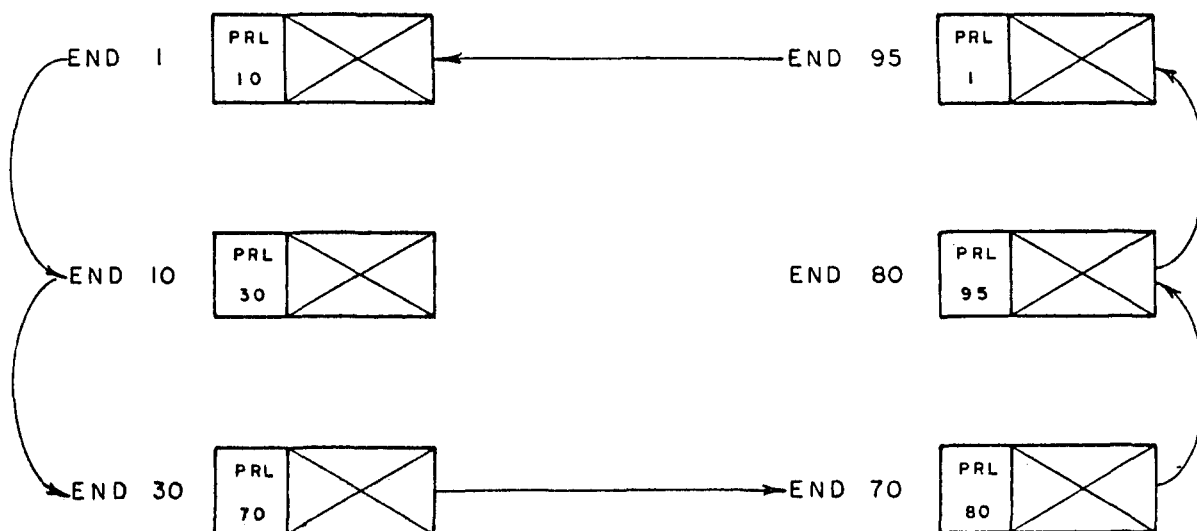
Deste modo o registro armazena, normalmente no início ou no fim, o endereço do registro seguinte na seqüência lógica ou, um sinal que signifique o fim da cadeia. Este sinal deve ser escolhido de modo a não permitir sua interpretação como endereço de registro. Cadeias assim estruturadas chamam-se cadeias abertas (figura A.13).



PRL - endereço do próximo registro. lógico.

Figura A.13. Cadeia Aberta.

As cadeias fechadas, por sua vez, armazenam no último registro o endereço do registro âncora [01], como na figura A.14.



PRL- endereço do próximo registro lógico.

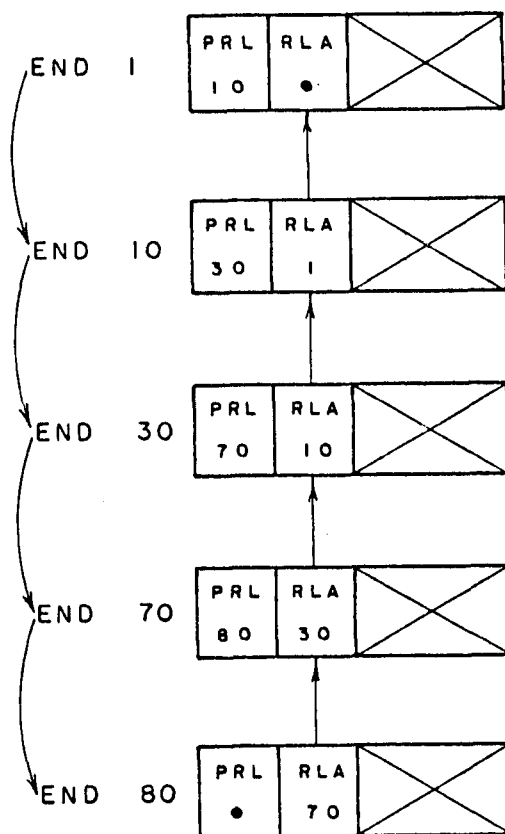
Figura A.14 Cadeia Fechada.

O encadeamento de registros segue certas regras resultantes do próprio sentido lógico: um registro pode ser âncora de várias e ilimitadas cadeias, um registro pode ser elo de várias e ilimitadas cadeias, um registro pode ser âncora de uma cadeia e elo de várias e ilimitadas cadeias [01].

Assim, um registro que é armazenado somente uma vez pode pertencer a várias cadeias evitando armazenamento redundante. Há vantagens no sentido de economia de espaço de armazenamento e facilidade de alteração, pois só há necessidade de se alterar um registro.

Se todos os dados de um arquivo são ligados na seqüência de uma chave de ordenação secundária a cadeia é uma cadeia secundária. A ligação de registros que contém o mesmo valor de referência de certa chave de ordenação gera cadeias parciais.

Logicamente as cadeias devem ser sempre atualizadas durante o trabalho com os arquivos. O trabalho de atualização pode ser reduzido e o acesso acelerado se a cadeia for criada em duas direções, ou seja, ao invés de armazenar apenas o endereço do registro lógico seguinte, armazena-se no mesmo registro, o endereço do anterior, como na figura A.15. Este tipo de cadeia é denominado cadeia ré-vante [01], que pode ser processada nas duas direções.

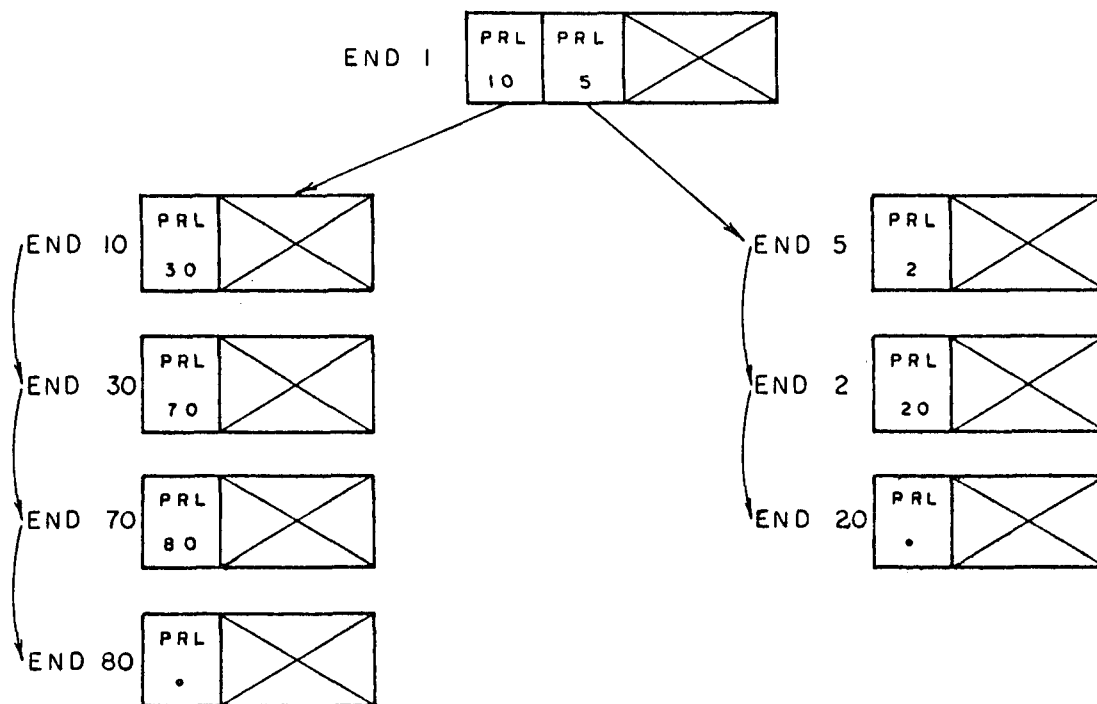


PRL- endereço do próximo registro lógico

RLA- endereço do registro lógico anterior

Figura A.15 Cadeia Ré - Vante

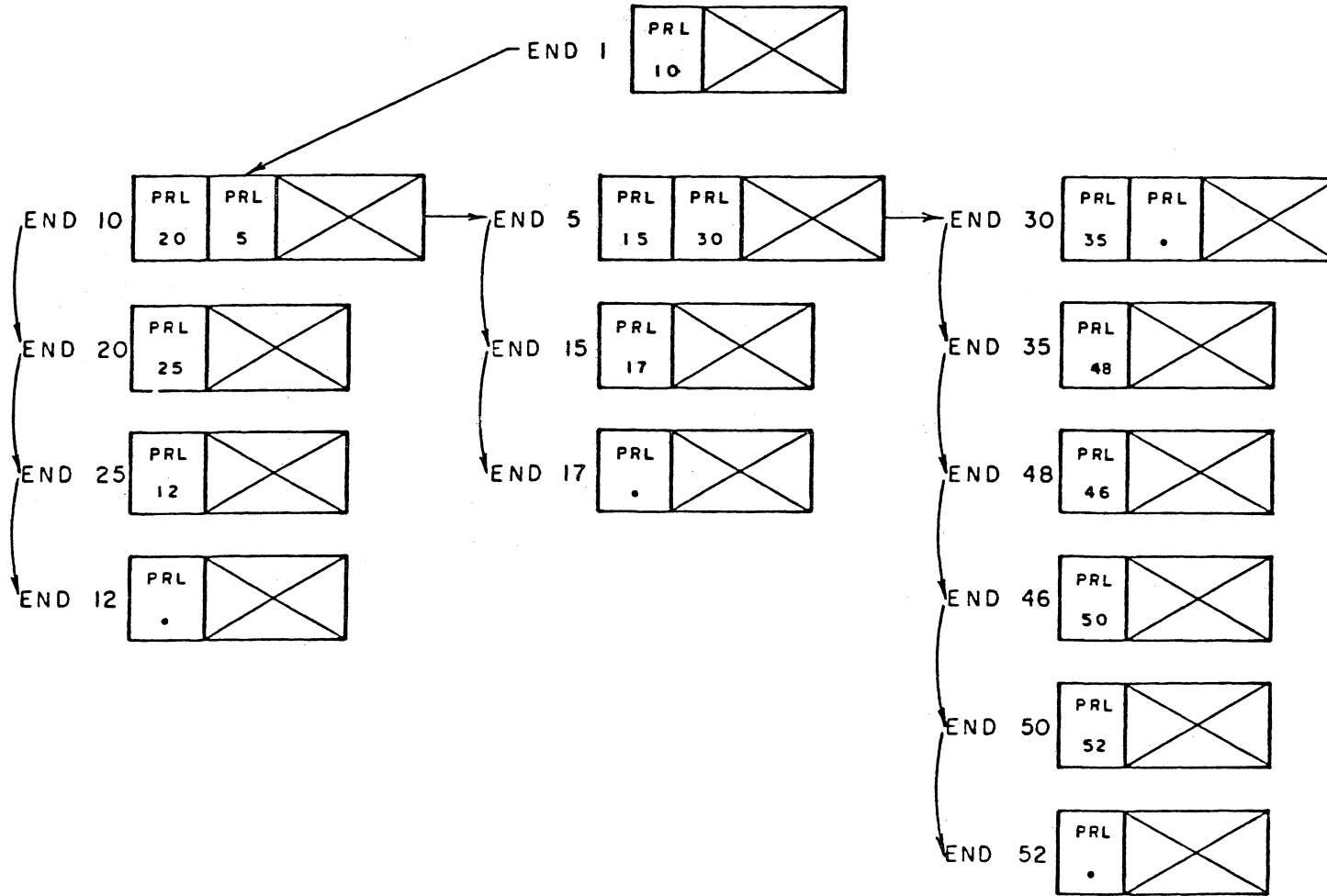
A figura A.16 mostra o caso de um único registro como âncora de duas cadeias, e a figura A.17 esquematiza um caso onde cada registro elo de uma cadeia atua como âncora de outras. Assim são criadas estruturas múltiplas.



END - endereço.

PRL - endereço do próximo registro lógico.

Figura A.16 Um Mesmo Registro como Âncora de Duas Cadeias.



END - endereço.

PRL - endereço do próximo registro lógico.

Figura A.17 Registro Elo de uma Cadeia como Âncora de Outra.

APÊNDICE 2

ORGANIZAÇÃO DE REGISTROS DISPONÍVEIS

Desde que operações de exclusão de registros sejam permitidas nas atualizações de organizações de dados, é necessário o tratamento do espaço disponível gerado.

A exclusão de determinado registro de um arquivo é uma operação lógica, pois o espaço físico que ocupava permanece delimitado, apesar de inútil. Quando a organização admite atualizações frequentes, o crescente aumento de espaço inutilizado ameaça a eficiência da estrutura e reduz sua capacidade de armazenamento.

Os processos de tratamento de registros disponíveis consistem, basicamente, na identificação dos registros excluídos (através de seus endereços) e na sua utilização para novas inserções. Os métodos mais usuais de organização de registros disponíveis são: reaproveitamento dos registros ou "garbage collection", tabela de bits ou "bittable" e encadeamento livre.

1. REAPROVEITAMENTO DOS REGISTROS

É um procedimento a ser efetuado periodicamente, antes

que a eficiência da estrutura seja ameaçada.

Em fase inicial procede-se a identificação dos registros excluídos, através da pesquisa completa do arquivo. Em operação subsequente os registros disponíveis são remanejados, ou seja, sobrepostos por novos registros de mesmo tamanho ou menor |17|.

Conforme a estrutura projetada para a organização, com o remanejamento dos registros disponíveis, talvez haja necessidade de atualização de índices e ponteiros de encadeamento lógico.

2. TABELA DE BITS

Este método consiste na implementação de uma tabela que indica a situação de cada registro do arquivo. A cada operação de inserção ou exclusão de registro esta tabela é atualizada.

A tabela pode ser única para cada arquivo, posicionada por exemplo no início deste. Cada registro, na mesma ordem lógica do arquivo, terá um bit reservado na tabela.

Uma sugestão é atribuir código zero para registros disponíveis e código um para os demais.

Com este procedimento elimina-se a necessidade de leitura exhaustiva do arquivo para uma reorganização.

3. ENCADEAMENTO LIVRE

Este método permite que a organização esteja sempre reaproveitando o espaço disponível por exclusão para inclusão de novos registros.

No início de cada arquivo é reservado um campo para indicação do endereço do primeiro registro disponível. A ocorrência de exclusões aciona o encadeamento de registros disponíveis com âncora no campo acima mencionado e elos em campos pré-determinados dos registros excluídos. Quando da necessidade de nova inclusão esta será feita no registro indicado como primeiro disponível e a cadeia de registros disponíveis é atualizada.

G L O S S Á R I O

Argumento de pesquisa - é o valor da chave de acesso em uma operação.

Arquivo - é formado por uma coleção de registros lógicos, cada um deles representando um objeto ou entidade.

Campo ou item de dado - corresponde a um conjunto de bytes. Constitui uma unidade básica representativa de informação. Possui um nome, um tipo (cadeia de caracteres, valor numérico) e um tamanho.

Chave - é uma seqüência de um ou mais campos de um arquivo.

Chave de acesso - é a chave usada para identificar o(s) registro(s) desejado(s) em uma operação de acesso a um arquivo.

Chave de ordenação (ou critério de ordenação)- é a chave primária usada para estabelecer a seqüência na qual devem ser dispostos (física ou logicamente) os registros de um arquivo.

Chave de registro - é o valor de uma chave primária em um registro particular do arquivo.

Chave primária - é uma chave que apresenta um valor di-

ferente para cada registro, de tal forma que, dado um valor da chave primária é identificado um único registro do arquivo. Normalmente a chave primária é formada por um único campo.

Chave secundária - difere de uma primária pela possibilidade de possuir mais de um registro para cada valor.

Registro lógico ou simplesmente registro - é formado por uma seqüência de itens, sendo cada item chamado campo ou atributo. Cada item corresponde a uma característica ou propriedade do objeto representado.

Registro físico - bloco de registros lógicos (ou simplesmente bloco). É a menor unidade de leitura / gravação de um disco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AHRENS, F. & WALTER, H. Datenbanksysteme. Berlin, Walter de Gruyter, 1971. 152 p.
02. ANDERSON, K.E. Spatial analysis in a data base environment. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v. 2.
03. BLACHUT, T.J. Cadastre as a basis of a general land inventory of the country. In: . Cadastre; various functions, characteristics, techniques and the planning of a modern land records system. Ottawa, National Research Council, s.d. p. 1-21.
04. CARVALHO, A. de. Registro de imóveis. 3. ed. Rio de Janeiro, Forense, 1982. 619 p.
05. CHRISMAN, N.R. Concepts of space as a guide to cartographic data structures. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.7.
06. CHU, S.Y. Banco de dados; organização, sistemas e administração. São Paulo, Atlas, 1983. 398 p.
07. COOK, B.G. The structural and algorithmic basis of a geographic data base. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.4.
08. COX, N.J. & RHIND, D.W. Networks in geographical information systems: a british view. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v. 2.
09. DATE, C.J. An introduction to database systems. 2. ed. California, Addison-Wesley, 1977. 536 p.
10. DUEKER, K.J. & NOYNAERT, J.E. Interactive digitizing, edi

- ting and mapping: data structures considerations. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.7.
11. DUTTON, G.H. Editor's introduction. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.1, p. 4-5.
 12. _____ . Navigating Odissey. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.2.
 13. EBERL, H.K.D. Catastro. México, Editorial Concepto, 1981. 237 p.
 14. _____ . Sistemas catastrales. México, Editorial Concepto, 1982. 283 p.
 15. FURTADO, A.L. & SANTOS, C.S. dos. Organização de banco de dados. 6. ed. Rio de Janeiro, Campus, 1986. 281 p.
 16. GUPTILL, S.C. The impact of computer graphics, data manipulation software and computing equipment on spatial data structures. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.2.
 17. HOROWITZ, E. & SAHNI, S. Fundamentos de estruturas de dados. 2. ed. Rio de Janeiro, Campus, 1986. 494 p.
 18. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Estadísticas cadastrais anuais; dados preliminares. s.l., 1985. 96 p.
 19. MCLAUGHLIN, J. An introduction to cadastral surveying. Fredericton, University of New Brunswick, 1973. 102 p.
 20. _____ . Notes and materials on cadastral surveying. Fredericton, University of New Brunswick, 1976. 120 p.
 21. MICRO BASE INFORMÁTICA. Basic-MB; manual de referência e guia do usuário. 2. ed. s.l., 1984. 181 p.
 22. PEUQUET, D.J. Raster data handling in geographic information systems. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.2.

23. TROPPIUS INFORMÁTICA. Troppus; manual do usuário. s.n.t.
24. ULLMAN, J.D. Principles of database systems. Maryland, Computer Science Press, 1980. 379 p.
25. U.N. REPORT. Medium-scale and large-scale surveying and mapping; cadastral surveying and mapping. In: BLACHUT, T.J. Cadastre; various functions, characteristics, techniques and the planning of a modern land records system. Ottawa, National Research Council, s.d. p. 48-89.
26. VELOSO, P. et alii. Estruturas de dados. 2. ed. Rio de Janeiro, Campus, 1984. 228 p.
27. ZIEMANN, H. Land unit identification; an analysis. Ottawa, National Research Council, s.d. 213 p.
28. _____ . Spatial partitioning in land data management (cadastral) systems. In: INTERNATIONAL ADVANCED STUDY SYMPOSIUM ON TOPOLOGICAL DATA STRUCTURES FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1., Massachusetts, 1977. Harvard papers on geographic information systems. Cambridge, Harvard University, 1978. v.3.