

AMANDIO L. A. TEIXEIRA \*

LUCIA H. O. GERARDI \*

## CARTOGRAFIA ASSISTIDA POR COMPUTADOR

### I. Introdução.

A utilização do computador nos diversos ramos da ciência tem crescido de maneira tão rápida nos últimos dez anos que torna-se praticamente impossível para um profissional não estar defasado em relação à evolução tecnológica.

Considerando-se que, na maioria dos casos, esta tecnologia é desenvolvida nos países "core", os países em desenvolvimento ou do terceiro mundo, como é o caso do Brasil, terão acesso a estas inovações com um retardamento considerável que torna ainda maior a defasagem já mencionada.

A velocidade das mudanças traz em seu bojo implicações várias que vão de problemas de incompatibilidade técnica a questões de conceituação que podem transformar numa Babel as discussões a respeito da informática/informatização nas ciências. Tal situação, além de potencializar a incerteza quanto ao uso de computadores tem como corolário o desânimo gerado pelo começar tendo como pré suposto o largo tempo já perdido.

Além do acesso teórico, fundamentado na formação profissional há que se atentar para a questão do acesso "de fato" estabelecido em parâmetros de custo, qualidade e potencialidade dos equipamentos disponíveis no mercado brasileiro.

Para os egressos de cursos universitários de ciências humanas em geral e de Geografia em particular, ou mesmo para aqueles com formação supostamente "ciência exata aplicada" (como é o caso da Engenharia Cartográfica) o computador ainda é uma máquina mítica a que eles não têm acesso nem formal nem de fato, por isso, antes de entrar no tema central deste artigo, parece relevante a discussão

---

\* Departamento de Planejamento Regional - IGCE - UNESP - Campus de Ríó Claro - Brasil.

de algumas definições na tentativa de diminuir algumas das dúvidas mais frequentes do leitor.

Dentro do escopo deste texto, inicia-se por definir cartografia como o estabelecido no *Multilingual Explanatory Dictionary of Automation in Cartography* (1976). "Cartografia é a arte, ciência e a tecnologia de fazer mapas, bem como o estudo destes como documentos científicos, além do trabalho de arte envolvido na sua confecção".

Pensar-se em cartografia automática é, no mínimo, equívoco conceitual já que, a partir do momento em que uma determinada ação humana passa a ser parte decisiva de um sistema qualquer, não mais se pode falar deste sistema como automático ou automatizado.

Desta maneira, termos como automação em cartografia ou cartografia automática devem ser entendidos de maneira parcial, ou seja, como referentes a partes de um processo global, que podem ser executadas automaticamente.

Com base no que se discutiu, aparece como uma nomenclatura mais correta para a utilização do computador na Cartografia, a expressão *Cartografia Assistida por Computador*, que sugere um uso criativo da máquina pelo técnico, devendo aquela, auxiliá-lo no que diz respeito a tarefas repetitivas e que tomam muito tempo, ficando o pesquisador livre para criar e melhorar as rotinas que a máquina executa.

Como já foi dito, os computadores e a tecnologia digital estão presentes em quase todos os momentos da vida diária do homem moderno.

O cartógrafo, ou qualquer outro profissional que direta ou indiretamente se utilize da cartografia, não pode deixar de considerar este fato, bem como a crescente tendência de aplicação desta tecnologia ao seu ramo de trabalho.

Entre outros, pode-se citar alguns aspectos que justificam a aplicação dos computadores:

- Eliminar o tédio do trabalho manual repetitivo.
- Acelerar a produção.
- Melhorar a produtividade e aumentar a qualidade do produto final.
- Permitir o aparecimento de novos produtos.
- Facilitar o processo de controle da produção.
- Permitir a análise automática de dados.

Não se pode, entretanto, deixar de levantar alguns aspectos negativos, tais como:

- Altos investimentos iniciais.
- Longo período de implantação.
- Reorganização da produção.
- Redução de pessoal e re-educação técnica da equipe.

Com estas colocações deseja-se mostrar que a opção pela automação deve ser um projeto detalhadamente estudado

e adaptado da melhor forma possível ao meio ao qual deverá servir.

O objetivo principal deste texto é traçar um painel da utilização do computador na Cartografia. Faz-se uma discussão resumida de todo o processo de execução de um mapa, exemplificando-se o problema, através de uma abordagem fotogramétrica. A atenção é dirigida aos processos que, dentro do todo, mais significativamente são ou podem ser automatizados, ou auxiliados por computador.

## **II. Projeto de Mapeamento Fotogramétrico.**

O fluxograma da figura 1 apresenta de forma resumida o processo de execução de um mapa, a partir do uso da fotogrametria.

Em geral, o processo de elaboração de um mapa requer algumas operações básicas a saber:

- coleta de dados cartográficos relevantes;
- processamento adequado dos dados, de acordo com sua forma e conteúdo;
- representação dos dados processados;
- arquivo ou armazenamento destes dados.

Para melhor abordagem de todo o processo de execução do mapa, detalhar-se-ão os itens mencionados.

### **1. Coleta de Dados Cartográficos Relevantes.**

A coleta de dados é o primeiro passo no processo de produção de um mapa. Pode ser feita diretamente no campo, ou através do uso de imagens (fotogrametria, sensoriamento remoto, radargrametria, etc.).

Tanto os dados oriundos do levantamento de campo como da fotogrametria ou do sensoriamento remoto podem ser obtidos originalmente em forma digital.

No caso específico da fotogrametria, os restituidores analíticos permitem a captura automática de dados posicionais. Estes instrumentos buscam cada vez mais a automação do processo de coleta de dados, podendo-se hoje executar desde a orientação do modelo passando-se por todo o processo de aerotriangulação e chegando-se à restituição do mapa com uma participação mínima da componente humana no processo.

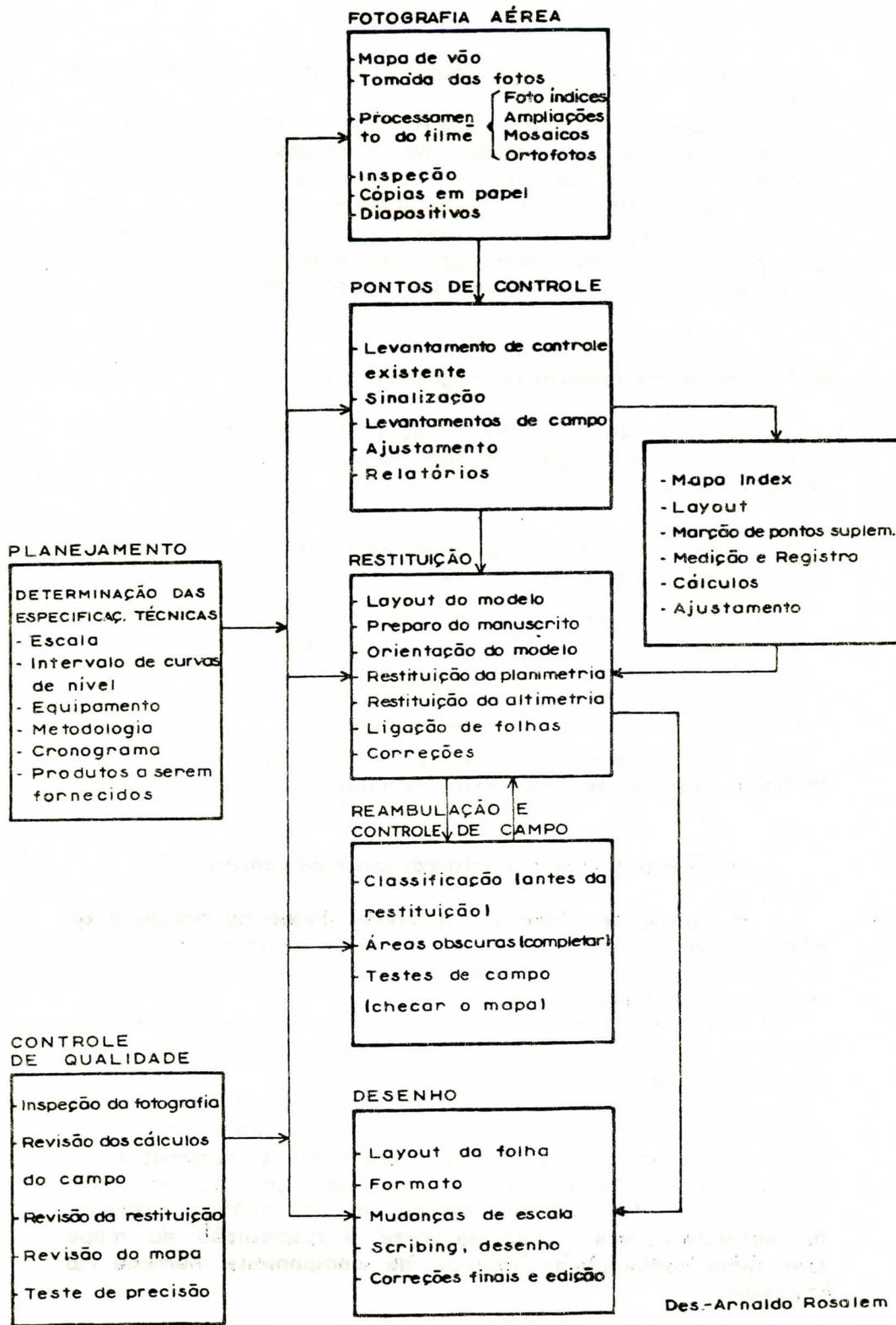


Figura 1 - Projeto de mapeamento aerofotogramétrico

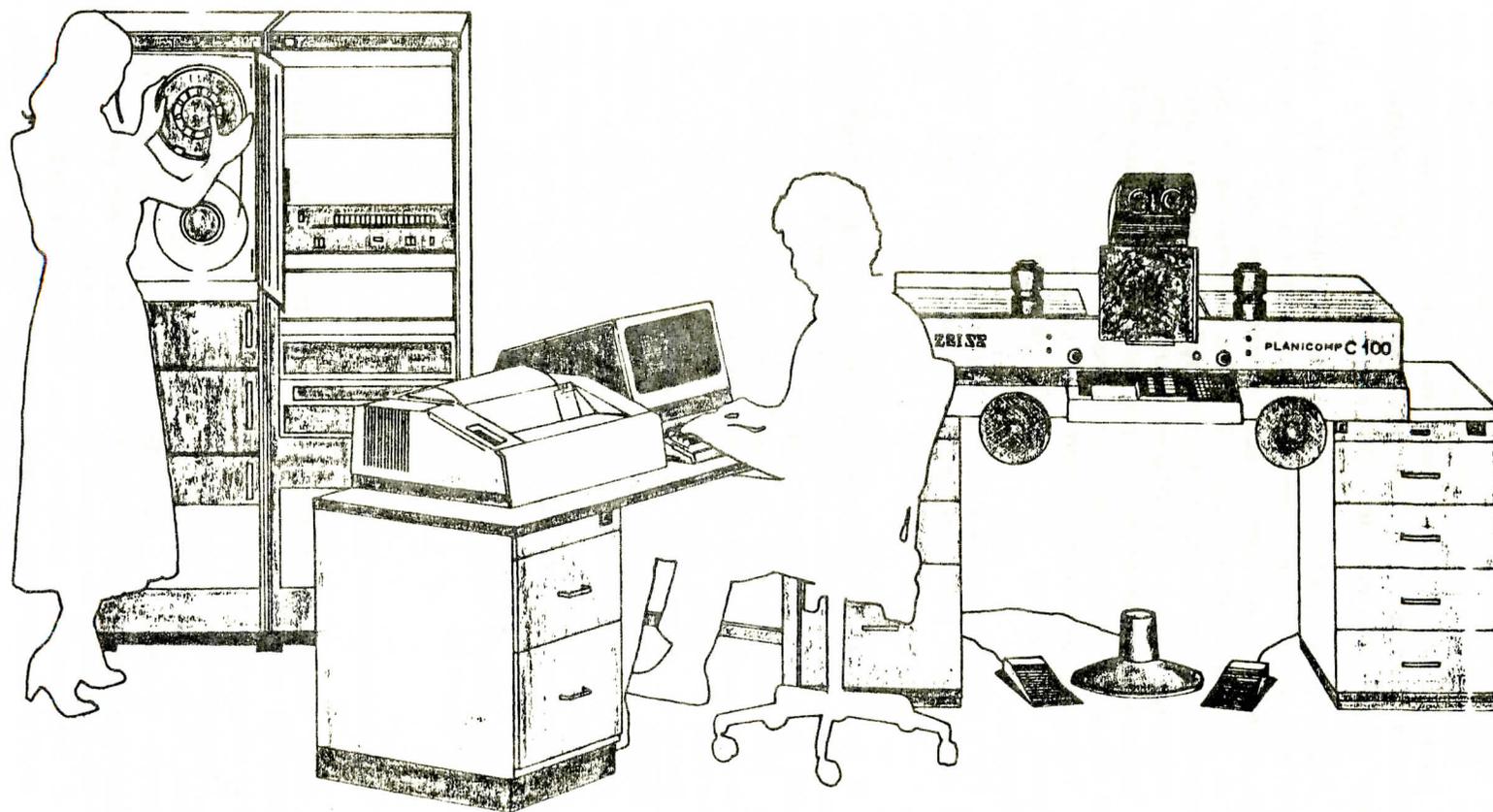


Figura 2 - Restituídor analítico

É interessante notar nesta fase que: dados cartográficos podem existir já em forma gráfica, tais como: manuscritos, mapas, fotomapas, etc., neste caso, a transformação dos dados para a forma digital será alcançada utilizando-se um digitalizador cartográfico, que pode ser do tipo manual, "line follower" (linear) ou "scanner" (por varredura). Figura 3.

Além dos dados posicionais, também são dados cartográficos os atributos (temas) relacionados a cada elemento gráfico, podendo se apresentar sob formas diversas.

A coleta destes dados é feita normalmente através dos trabalhos de campo, fotointerpretação (topografia, geologia, solos, vegetação etc.) ou qualquer outra técnica que possibilite a sua captura, do que se deduz que tanto métodos automáticos quanto não automáticos podem ser importantes nesta fase.

Todos estes dados devem ser escritos ou codificados em forma compatível com aquela na qual serão lidos ou digitalizados.

Para passá-los para a forma digital, utiliza-se os diversos meios de entrada como os teclados, menus, voz etc. (Figura 4).

É importante notar que a fase de digitalização, por ser uma fase que admite ampla participação humana é uma atividade que está sujeita a uma gama variada de erros que podem ser minimizados lançando-se mão de pacotes de "software" especializados para detecção e correção que serão úteis na fase de edição dos dados.

Deve-se mencionar os sistemas gráficos interativos como sendo os mais sofisticados no momento já que incluem todos os aplicativos para digitalização, correção de erros, busca e armazenamento de dados gráficos e alfa-numéricos. Não só permitem rápido "display" de dados gráficos ou não gráficos, como também possibilitam ampla e flexível manipulação destes dados além de excelente interação usuário-máquina. (Figura 5).

## *2. Processamento dos Dados.*

Esta fase compreende todo o tratamento aplicado aos dados já editados até a obtenção dos resultados e sua saída por um meio específico.

Teoricamente a possibilidade de processamento é ilimitada pois dependeria apenas da disponibilidade de "software". Entretanto, na prática, está limitada ao custo da programação, ao tamanho do computador, aos periféricos existentes e ao custo do próprio processamento.

É interessante lembrar que dados cartográficos em forma digital podem ser usados por profissionais de outras

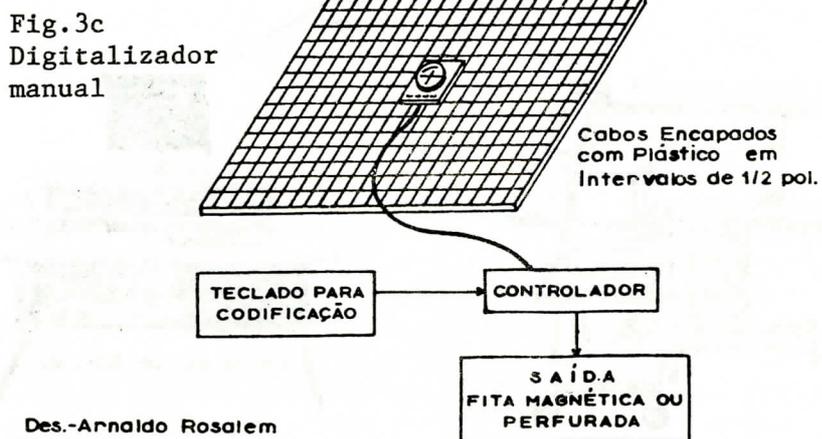
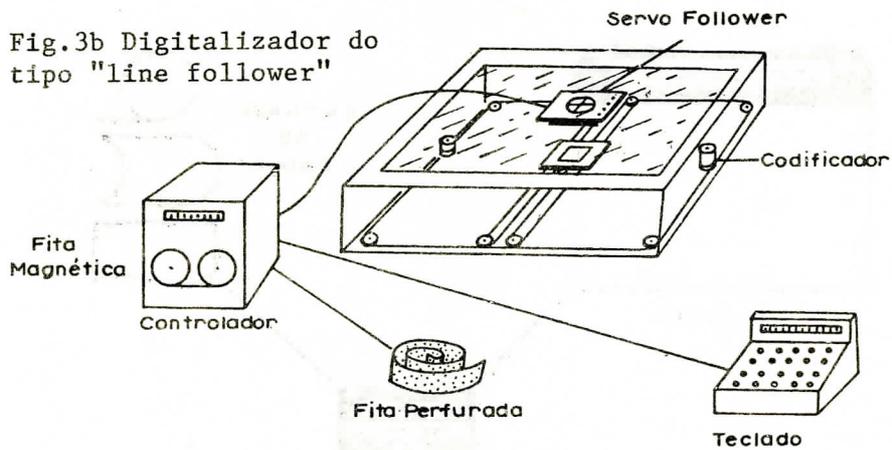
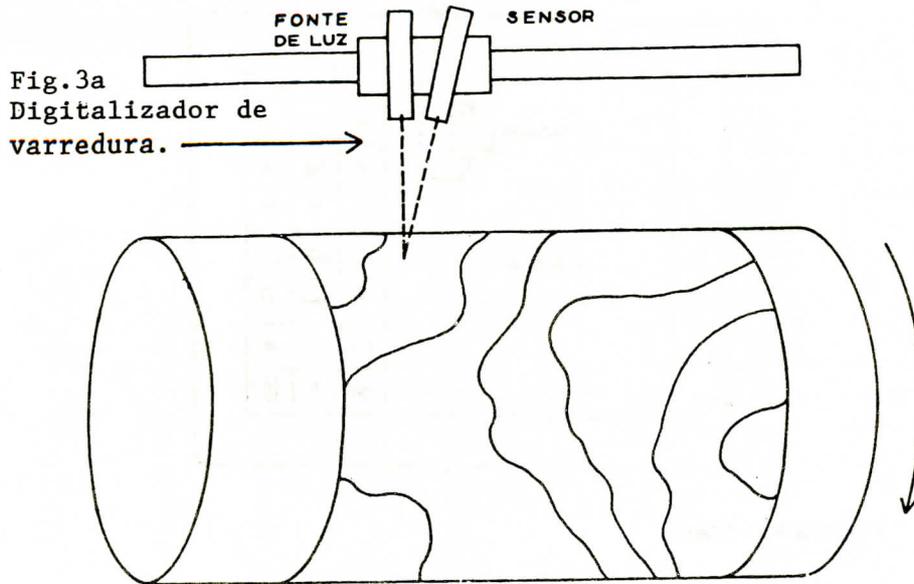


Figura 3 - Tipos de digitalizadores

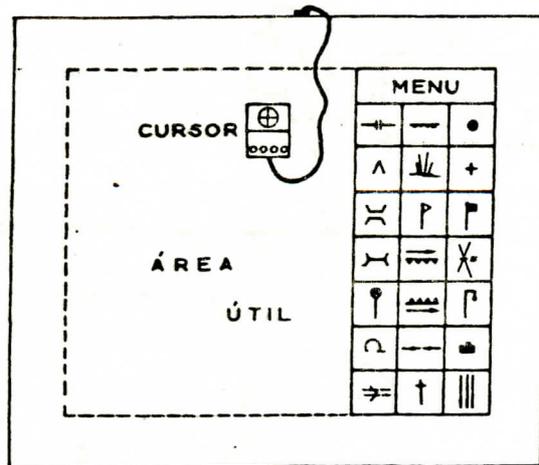
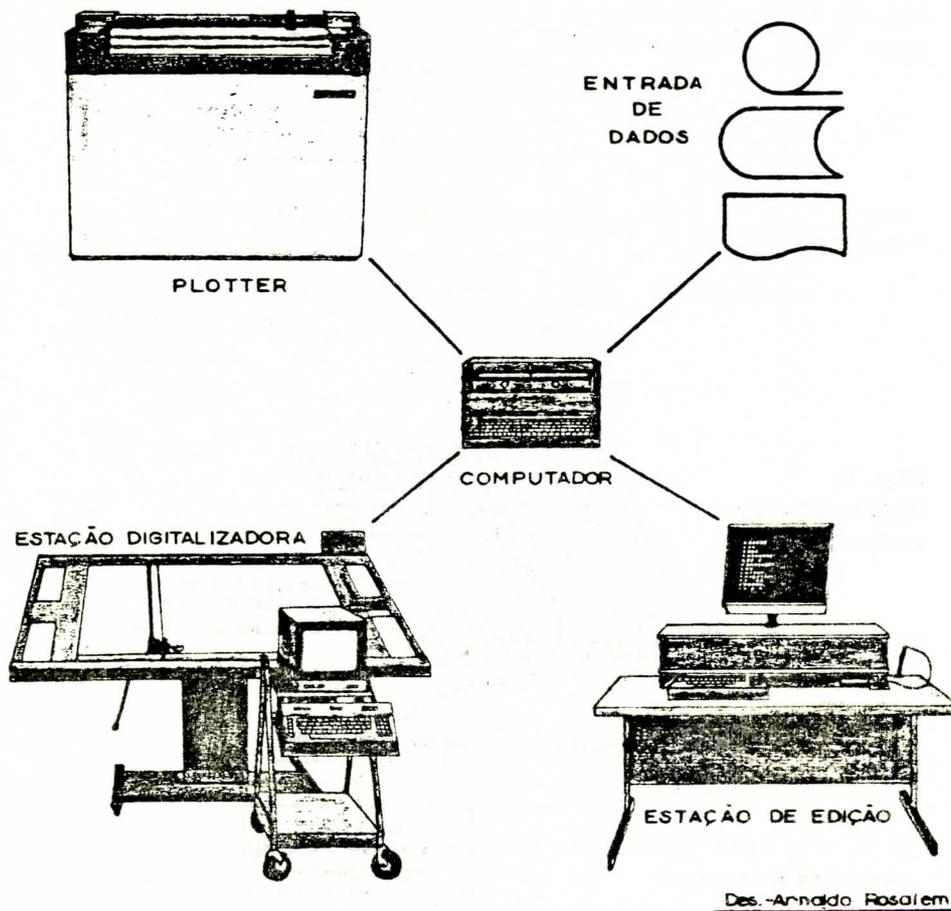


Figura 4 - Menú



Des.-Arnaldo Rosalem

Figura 5 - Componentes de un Sistema Gráfico Interativo

áreas como planejadores, geógrafos, geólogos etc.

A figura 6 resume as possibilidades de entrada e saída de dados.

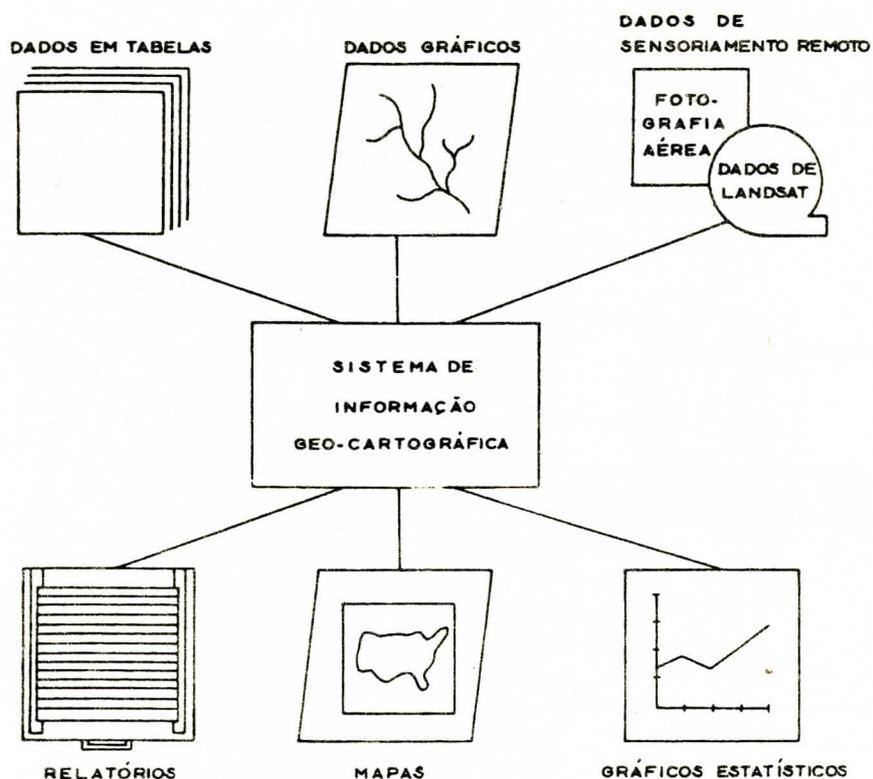


Figura b - Tipos de entradas e saídas em um sistema de informação geo-cartográfica

Alguns exemplos ilustram o que foi exposto:

Na Espanha, o Instituto Geográfico e Cadastral é citado por Rodolfo Nuñez de las Cuevas como um centro onde se estuda a aplicação da cartografia automatizada no planejamento territorial desde 1964. Desde 1970, o Instituto tem trabalhado na preparação do "software" necessário para a utilização do sistema disponível.

O programa de trabalho para o sistema de cartografia automática inclui: - a formação de um banco de dados topográfico; o desenho automático do mapa topográfico nacional (1:50.000); desenho automático de mapas de solo, geologia e outros temas; representação gráfica da informação proveniente de sensores remotos e sua conversão em mapas



Figura 7 - Planta Cadastral Plotada Automaticamente no Plotter Kongsberg

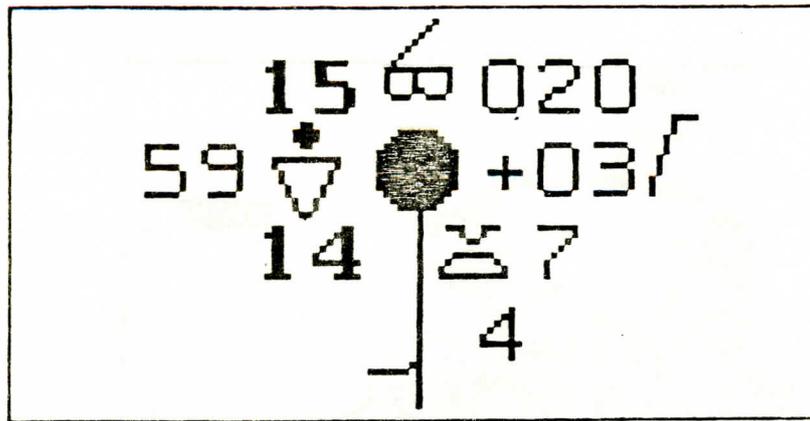


Figura 8 - Registro de Observações Climáticas Plotadas em Plotter Eletrostático

especiais: traçado de mapas de pequena escala a partir da informação sobre recursos naturais originada de satélites e o traçado de mapas urbanos e cadastrais.

Nos Estados Unidos, Broome e Witiuk apontam o uso da cartografia automática como auxílio na preparação de vários tipos de mapas censitários estatísticos e não estatísticos.

O sistema oferece uma variada gama de saídas gráficas como mapas de pontos, iso e coropléticos, de superfícies tidimensionais, histogramas etc.

Ottoson e Rystedt, em seu trabalho "Computer Assisted Cartography: Research and Applications in Sweden" mostram um panorama do mapeamento topográfico assistido por computador, realizado na Suécia, um dos países pioneiros na área de Cartografia assistida por computador, desde meados dos anos 60.

Este sistema produz mapas em escalas que variam de plantas cadastrais a cartas em escala pequena, sob os mais variados tipos de impressão.

Dado o pioneirismo da Suécia na implantação da cartografia assistida por computador, a maior parte das etapas de produção dos mapas já atingiu um grau elevado de automatização.

### 3. Representação

A representação gráfica de um conjunto de dados, é atribuição bastante característica da cartografia.

A Cartografia assistida por computador oferece uma enorme variedade de possibilidades com respeito à representação da informação.

Para possibilitar o display gráfico de dados em forma

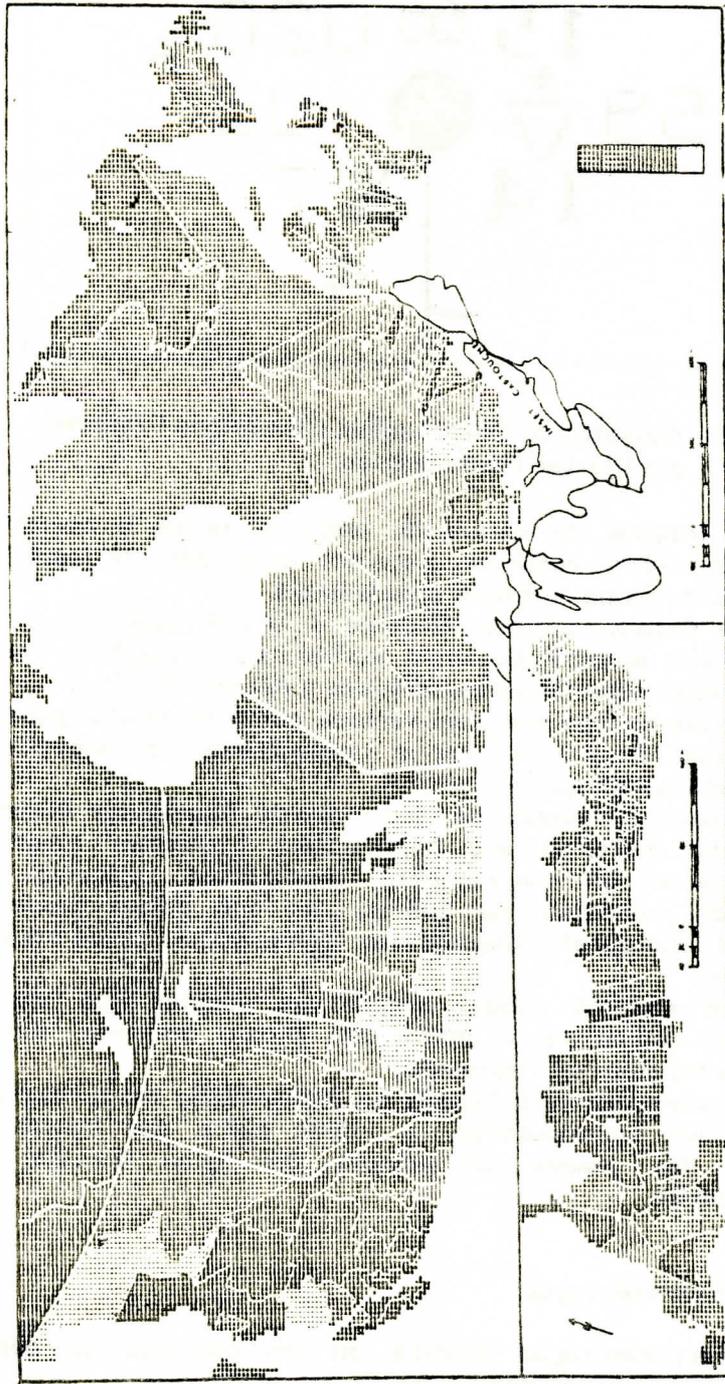


Figura 9 - Mapa Caroplético feito por Impressora Matricial

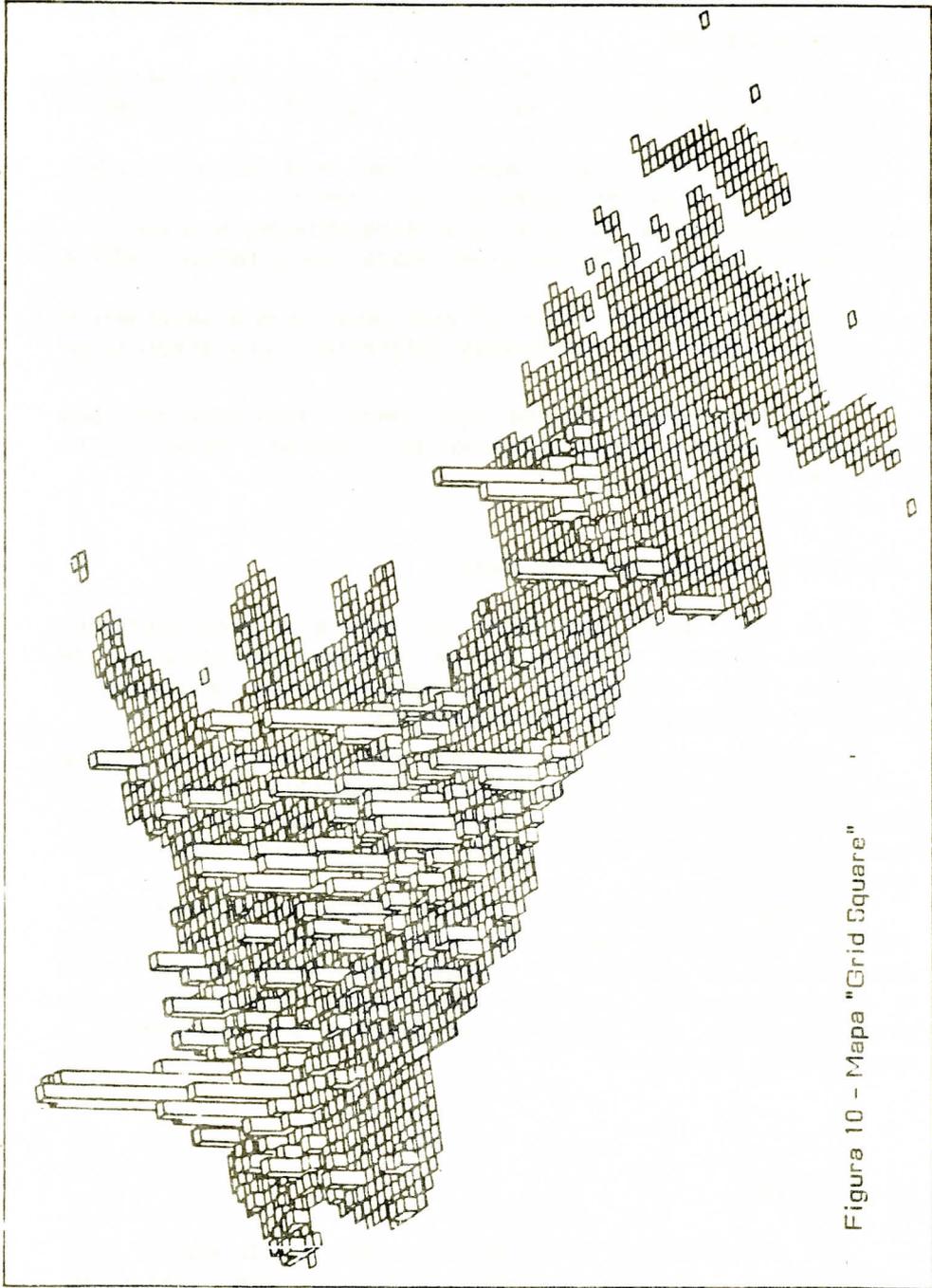


Figure 10 - Mapa "Grid Square"

digital, existe equipamento especializado a que dá-se o nome de plotadoras ou "Plotters", em inglês. São três os tipos de plotters existentes:

- Line Plotters - Permitem desenho em tinta nanquim, esferográfica, scribing etc., com grande velocidade e precisão.
- Raster Plotters - Não traçam linhas mas plotam pontos, cobrindo a área de desenho com pontos em linhas de varredura paralela. São bons para representação de áreas.
- Telas Gráficas - Saída de vídeo usada nos sistemas gráficos interativos.
- Impressoras Gráficas - Que utilizam caracteres alfanuméricos em tonalidades ou densidades diferentes para discriminar áreas.

Os resultados obtidos nos vários equipamentos são os mais diversos e alguns exemplos são ilustrados pelas figuras 7, 8, 9 e 10.

#### 4. Armazenamento de Dados

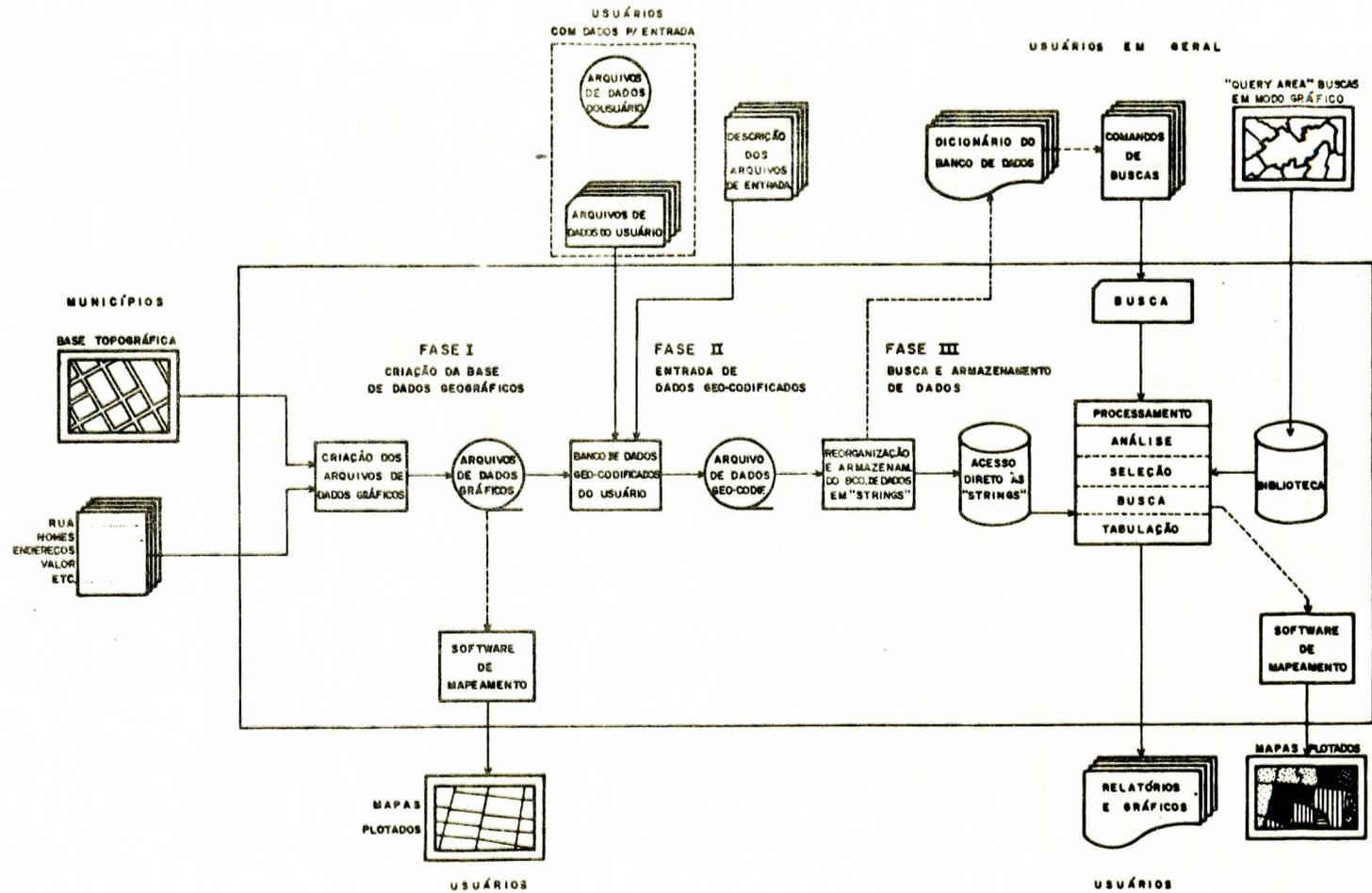
A automação das fases de coleta e processamento de dados propicia a aquisição de volumes consideráveis de registros que necessitam de arquivamento eficiente e facilidade de acesso para processamento.

Dados cartográficos digitais são normalmente usados com diferentes fins e de maneira repetitiva, além do que devem permanentemente ser atualizados, o que leva a concluir que é fundamental a utilização de um sistema eficiente de armazenamento.

Para se conseguir um arquivo eficiente, deve-se lançar mão da técnica de banco de dados, criando-se um sistema que inclua, no mínimo, a coleção dos dados armazenados e programas para entrada, atualização, busca e outros processamentos dos dados e que garanta sua integridade e consistência [figura 11].

### III. Conclusão

A evolução dos meios de obtenção de informação geocartográfica, através da automatização dos processos, possibilita hoje em dia que se disponha, em pouco tempo, de um grande volume de dados que, transformados em mapas, permitirão uma melhor apreciação da dimensão geográfica do fenômeno que representam, assim como sua compreensão imediata, além de possibilitar o estudo das correlações entre



Des-Arnaldo Rosolem

Figura 11 - Fluxograma de Armazenamento e Busca de Um Banco de Dados Geográficos

os diversos fenômenos que, de outra forma, não seriam possíveis.

A automatização dos diversos processos que compõem a execução de um mapa, levou à liberação do cartógrafo e de outros técnicos que se utilizam da cartografia, das tarefas enfadonhas de elaboração e traçado das representações espaciais. Assim, estes profissionais podem dedicar-se com maior profundidade a interpretação e análise dos resultados mapeados, contribuindo para o conhecimento da realidade que os cerca e para o desenvolvimento teórico de seus campos de conhecimento.

#### IV. Bibliografia

- American Society of Photogrammetry (1980). *Manual of Photogrammetry*, Falls Church. American Society of Photogrammetry, 1056 páginas.
- CREMONT, D. (1980). "Application of computer technology in processing of cadastral surveyor and mapping data". *Canadian Surveyor* 34 (1): 21-40.
- FOLEY, M. E. (1975). Cartography for the Computer. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Ass.*, Montreal, Quebec: 368-380.
- MOELLERING, H. (1975). "At the interface of cartography and computer graphics". *Computer Graphics*. 9 (1): 256-259.
- PEUCKER, T. e CHRISMAN, N.R. (1975). "Cartographic Data Structures". *American Cartographer* 2 (1): 55-69.
- SIPPEL, J. (1975) "Automated editing of digital graphic data". *Photogrammetric Engineering and remote sensing*. 41 (8): 1047 - 1058.
- TAYLOR, D.R.F. - ed. (1980) *The Computer in Contemporary Cartography*, New York, John Wiley & Sons, 252 páginas.
- TOBLER, W.R. (1976) "Analytical Cartography". *American Cartographer* 3 (1): 21-31.
- ZARZYCKI, J.M. (1975) "Approach to automated cartography: topographic data banks in Canada". *Proceedings of the International Symposium on Computer-Assisted Cartography*; 318-321.

Resumen. Con respecto al uso de la computación son consideradas inicialmente algunas definiciones básicas y, en cuanto a su utilización en cartografía, se prefiere la expresión de Cartografía asistida por computador. Se analiza posteriormente el proceso de ejecución de un mapa y sus operaciones básicas: recolección de datos cartográficos relevantes, procesamiento, representación gráfica y archivo.

Résumé. Par rapport à l'utilisation de la computation sont envisagées d'abord quelques définitions basiques. Les auteurs préfèrent l'expression Cartographie assistée par ordinateur. On analyse après le processus de réalisation d'une carte et ses démarches fondamentales: ramassage des données cartographiques plus importantes, processus, représentation graphique, archive.

Abstract. With respect to the use of computing we consider initially some basic definitions and as to its use in cartography we prefer the expression "cartography assisted by a computer". Then we analyse the process of making a map and its basic operations: capturing relevant cartographic data, processing, graphic representation and file.

Palabras claves. Cartografía, recolección de datos, representación gráfica, almacenamiento de datos.