

Sistemas para Mapeamento Automatizado em Campo

Luis Augusto Koenig Veiga ¹
Jorge Pimentel Cintra ²

¹ Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra - Departamento de Geomática
Caixa Postal 19.001 - Centro Politécnico
CEP 81.531-990 - Curitiba - PR
Tel. (41) 361-3160/ 361-3164 - Fax (41) 266-2393

² Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Transportes
Caixa Postal 61.548 - CEP 05424-970 - São Paulo (SP)
tel.: (11) 3818-5479 fax (11) 3818-5716

✉ kngveiga@geoc.ufpr.br
✉ jpcintra@usp.br

Conteúdo	1 Introdução 2 Visão geral 3 Terminologia 4 Conclusão 5 Bibliografia
-----------------	---

Resumo : Há muito tempo a topografia vem tentando automatizar as diversas etapas de um levantamento, como registro das leituras ou cálculo dos dados medidos em campo. Uma idéia relativamente recente que vem chamando a atenção são os denominados Sistemas para Mapeamento Automatizado em Campo. O princípio é simples: enquanto os dados estão sendo levantados em campo, os mesmos já são processados e o desenho é gerado automaticamente. Isto tudo através da integração entre sistemas de computação móvel (laptops, pen computers, etc.), programas específicos para este fim e equipamentos de medição. Desta forma é possível realizar todo o trabalho de levantamento, desde de a coleta até o desenho, diretamente em campo, eliminando na sua maioria os trabalhos de pós-processamento, ou seja, passamos a trabalhar com uma topografia em tempo real. Este trabalho discute esta idéia, mostrando as características gerais destes sistemas.

Palavras chave : Automação topográfica

Abstract : Since many time ago, surveyors have tried to automated many land surveying stages, like the data recorder and processing. A new idea is the Automatic Field Mapping Systems. The concept is simple: while the data are been collected in the field, the calculation and drawing are done at the same time, using mobile computer systems (laptops pen computers), specific programs and digital equipments connected with them. In this case is possible to realize all the surveying work in the field, eliminating the pos-processing. This work broaches this idea, showing general characteristics of this systems.

Keywords : Topographic automation

1 Introdução

Nestas últimas décadas a cartografia vem apresentando crescentes evoluções em todas as suas áreas de atuação, desde o levantamento de campo até a elaboração do produto final. Grande parte deste avanço deve-se à popularização do "meio digital", um grande passo dado em direção à automação de várias etapas ligadas a produção cartográfica. O uso e a crescente difusão dos computadores agilizou cálculos e desenhos, desempenhando papel fundamental nesta evolução.

Segundo JOLY (1990), a partir do século XVII as necessidades da guerra e da administração exigiram mapas mais detalhados e em maior escala. Esta necessidade estimulou o desenvolvimento de técnicas e equipamentos para levantamentos de campo. Com relação aos levantamentos de campo voltados para a execução destes mapas (operações topográficas e geodésicas) tivemos grandes avanços e até uma revolução na metodologia empregada. Equipamentos topográficos tornaram-se mais práticos e agregaram uma série de funções e procedimentos que facilitam as operações de campo, como funções para cálculo, dispositivos internos para armazenamento dos dados observados, etc. Determinados modelos atuais de estação total podem ser operados somente por um único profissional, através da utilização de um controle remoto. Um grande avanço na área de levantamento de dados em campo foi a introdução do GPS.

Hoje em dia, para cada etapa do trabalho de levantamento, existe um determinado grau de automação: os dados podem ser coletados já em formato digital em campo; o processamento dos mesmos pode ser feito em escritório utilizando programas que eliminam o demorado cálculo manual, o desenho pode ser gerado através de um CAD, etc.

Uma novidade recente na área da automação são os chamados "Automatic Mapping Systems" ou Sistemas para Mapeamento Automatizado em Campo. O princípio é simples: enquanto os dados estão sendo levantados em campo os mesmos já são

processados e o produto final é gerado automaticamente. Isto tudo através da integração entre sistemas de computação móvel (*laptops, pen computers, etc.*), programas específicos para este fim e equipamentos de medição. Desta forma é possível realizar o levantamento dos dados, processamento e confecção do original cartográfico diretamente em campo. Os primeiros sistemas voltados para este tipo de aplicação têm suas origens no início da década de 90. Atualmente o desenvolvimento e aperfeiçoamento destes sistemas têm sido uma das estratégias de empresas ligadas a área de levantamentos.

Qual seria a vantagem de realizar todas estas operações diretamente em campo? E quais seriam as aplicações? Uma das vantagens que surgem primeiramente é a capacidade de controle ou gerenciamento total do trabalho. Enquanto está se coletando os dados é possível acompanhar a elaboração do desenho, verificar as medidas realizadas, observar o que falta levantar, bem como é possível identificar erros no levantamento ainda em campo. Isto pode evitar a volta ao campo para a realização de medidas complementares ou verificação de resultados. O produto vai sendo gerado "on-line". Outra vantagem é a diminuição de custo na elaboração do produto final, uma vez que etapas posteriores, como cálculo e desenho são realizadas quase que ao mesmo tempo que o levantamento. Pelo mesmo motivo há também um aumento de produtividade e diminuição do tempo de confecção do original cartográfico. As aplicações são diversas. Todo e qualquer levantamento tradicional pode lançar mão desta tecnologia. Por exemplo, num levantamento planialtimétrico é possível mapear cada feição de interesse e associar atributos alfanuméricos às mesmas, ou senão, atualizar levantamentos existentes diretamente em campo.

A confecção de bases cartográficas para SIG (Sistemas de Informações Geográficas) também tem muito a ganhar, pois é possível realizar o mapeamento e a coleta de informações adicionais (atributos) ao mesmo tempo. A propósito, as empresas que trabalham com SIG serão, sem dúvida, um dos grandes usuários deste sistema, visto a crescente necessidade de bases cartográficas atualizadas e precisas.

Como toda tecnologia moderna os SIG vem apresentando constantes avanços, principalmente nesta última década. WILSON (1998) apresenta que as maiores inovações estão centradas em três áreas:

- Integração de diferentes sistemas
- Aplicações
- Coleta de dados

Com relação a esta última etapa, o autor diz que algumas empresas tem oferecido novas técnicas para adquirir, converter e gerenciar dados de forma mais rápida e mais precisa, com conseqüente redução de custos.

Neste ponto podemos enquadrar os Sistemas de Mapeamento Automatizados. Mesmo após a base cartográfica estar pronta, muitas vezes é necessário realizar inventários em campo, ou mesmo pequenas modificações e atualizações, então por que não fazer isto diretamente em campo?

Dr. Michael Kaschke, gerente geral da *Zeiss Geodetic Systems*, diz em entrevista publicada em GIM (1998f) que a elaboração de programas é um dos elementos mais importantes no desenvolvimento de produtos e que o sistema elaborado por sua empresa representa apenas o início dos Sistemas de Mapeamento Automatizados e espera que num futuro próximo novas tecnologias sejam incorporadas aos mesmos.

De acordo com o Ordnance Surveying, (<http://www.ordsvy.gov.uk>) agência Britânica de mapeamento, criada em 1791, o futuro dos levantamentos serão os chamados *Portable Revision Intergrated Modulo* (PRISM), uma outra denominação para os Sistemas de Mapeamento Automatizado, onde um tipo de *laptop* substitui a caneta, lápis e croquis, sendo que o topógrafo irá registrar as informações de campo diretamente num computador.

LANAHAM (1997) afirma que esta tecnologia ainda está na sua infância e a automação dos procedimentos de campo pode ser um dos grandes avanços tecnológicos dos próximos anos. Segundo GIM (1998b), a adoção destes sistemas não foi ou não é tão grande quanto se imaginava devido à relutância por parte dos usuários em mudar métodos e procedimentos de campo já bem estabelecido. Parece que é somente um questão de tempo e adaptação a esta nova tecnologia, visto que as vantagens da utilização destes sistemas são muitas. A prova disto é que segundo GIM (1999), pode ser constatado que o número de sistemas voltados para este tipo de atividade quase dobrou comparado com um levantamento realizado no ano de 1998, e que seis novos sistemas foram introduzidos nos três primeiros meses de 1999.

Outro ponto a ser considerado é que os processos e métodos empregados nos levantamentos de campo, já tão difundidos e aceitos, não serão alterados e sim adaptados à nova visão do processo de levantamento.

2 Visão geral

Os componentes básicos destes sistemas são os dispositivos de medida, os programas e o próprio computador. Os dispositivos de medida são equipamentos digitais como estações totais, níveis laser, receptores GPS, trenas laser, etc., embora em alguns programas seja possível introduzir dados manualmente, como uma medida de distância realizada com trena. Os computadores, como serão empregados em campo, normalmente são do tipo *pen-computers* (computadores a caneta), pois facilitam a sua utilização. Cabe salientar que atualmente já existe no mercado um modelo de estação total que incorpora uma tela gráfica sensível ao toque e um PC com 32 Mb de memória e dois slots PCMCIA, baseados no sistema Windows 95. Este equipamento apresenta uma série de funções para processamento dos dados, bem como funções CAD para a elaboração de desenhos. Neste caso o uso de um computador externo é desnecessário.

Com relação aos programas, a alma destes sistemas, podemos definir algumas características básicas dos mesmos:

- interface: diz respeito aos equipamentos que podem ser utilizados para a obtenção de coordenadas dos pontos, como estações totais, receptores GPS e outros dispositivos auxiliares para a coleta de dados, como câmaras digitais, medidores de distância a laser, etc., que podem ser conectados ao sistema de mapeamento.

- funções para levantamentos: são funções utilizadas no processamento das informações coletadas em campo, como conversão de coordenadas, geração automática de modelos digitais do terreno, ajustamento de poligonais, entre outros.

- ferramentas CAD: utilizadas na elaboração e manipulação de desenhos gerados a partir dos dados de campo ou para trabalhar com bases já existentes, com a finalidade de apoio ao levantamento ou para atualização.

- módulo GIS: voltado para a exportação dos dados para um ambiente SIG específico e também para a manipulação dos dados coletados.

A tabela 1 apresenta alguns programas utilizados nestes sistemas:

Tabela 1 : - Programas

Programa	Empresa
Map 500	Zeiss
PenMap	Condor Earth Technologies
FieldWorker Pro	FieldWorker Products
LISCAD	Leica Geosystems
MidasGIS	Sokkia Limited
Penmap V	Strata Software
Fastmap GIS	Survey Supplies

Um dos pontos principais da utilização e talvez da popularização destes sistemas está relacionado com o treinamento e capacitação do pessoal que vai trabalhar em campo. Uma vez que iremos a campo para, mais do que determinar coordenadas, elaborar todo um mapeamento e organizar uma base de dados, isto vai requerer uma capacitação de pessoal, para que realmente seja possível tirar todo proveito do conceito de mapeamento em tempo real em campo. De qualquer forma, esta necessidade de capacitação pessoal já esta presente atualmente nos trabalhos de campo, uma vez que os equipamentos atuais estão cada vez mais avançados e cheios de recursos, sendo que para a sua utilização já é requerido um certo grau de treinamento e conhecimento do usuário.

Toda a responsabilidade do levantamento estará centrada na pessoa que estiver em campo, porque quase tudo será feito em campo. Adaptar-se a uma nova tecnologia leva tempo e não pode ser feita sem critérios.

Outro ponto a ser considerado é que o desenvolvimento de um sistema para este fim demandará um grande trabalho de Engenharia de Software, para a elaboração de um programa que ao mesmo tempo seja poderoso e simples de utilizar.

3 Terminologia

Como esta ainda é uma área da ciência relativamente recente, ainda não há um consenso sobre a terminologia a ser empregada, sendo que várias tem sido apresentadas. Algumas delas são descritas abaixo.

- 1 - Field Data Collection with Portable Computer
- 2 - Pen-Based Mapping Systems
- 3 - Graphic Field Information Systems
- 4 - Automatic Mapping Systems
- 5 - Mobile Mapping Systems
- 6 - In-Field Mapping Collection and Mapping Systems

Alguns destes termos derivam das aplicações de levantamento GPS para aplicações SIG, as quais foram as primeiras a trabalhar com a questão da coleta e processamento de dados (entendido aqui não somente como cálculo, mas também como confecção do desenho ou original do levantamento) diretamente em campo.

Analisemos estas terminologias. As duas primeiras dão ênfase à questão da utilização de sistemas de computação móvel. Na primeira destaca-se a coleta de dados, na segunda a elaboração de mapas e o uso de computadores à canetas. Como já existe um equipamento que apresenta as funções de microcomputador então não podemos enfatizar a necessidade de um computador acoplado ao equipamento.

Também pode existir o caso em que os dados levantados estejam sendo transmitidos para uma estação remota e daí processados "on-line", desta forma o equipamento de medida não necessitará estar acoplado a um computador móvel, e sim, a um sistema de transmissão (rádio, celular ou outros). Desta forma estas duas primeiras terminologias podem não representar o que realmente desejam expressar.

A terceira terminologia, sistemas de informações gráficas de campo é um pouco vaga. Pode ser um sistema utilizado para desenhar à mão qualquer coisa ou elemento em campo, não envolvendo necessariamente a utilização de equipamentos para levantamentos nem o próprio levantamento.

A denominação seguinte já é largamente empregada em cartografia digital, caracterizando qualquer processo visando a produção de mapas que se utilize de métodos automatizados, sendo desta forma, muito geral e não indica precisamente o que se pretende.

O caminho parece ser uma mescla ou fusão das duas últimas terminologias. A palavra móvel (*mobile*) utilizada na quinta terminologia visa enfatizar que o processo será executado em campo, durante o processo de levantamento e que, como sabemos, não é um processo estático e envolve o caminhamento pelo terreno considerado para a captura das informações necessárias. Porém é preferível utilizar o termo "campo" para enfatizar que realmente todos os trabalhos (ou espera-se que a grande maioria destes) sejam realizados diretamente no local do levantamento, ficando desta forma a última terminologia mais próxima do que achamos adequado, porém com uma adaptação.

A expressão que propomos é: Sistemas para Mapeamento Automatizado em Campo, a qual pode ser abreviada para SMAC.

4 Conclusão

Este trabalho apresentou uma visão geral sobre os Sistemas para Mapeamento Automatizado em Campo, onde a elaboração do produto final é feita diretamente em campo ao mesmo tempo em que é realizada a coleta dos dados. Estas são apenas algumas informações recentes sobre a importância destes sistemas e que enfatizam que num futuro próximo é de se esperar que os mesmos se tornem uma ferramenta comum em trabalhos de campo.

5 Bibliografia

BRADSHOW, M.; ZYKAN, B. Improving data Acquisition and Conversion Productivity Using Laser Mapping System. **AM/FM International Conference**, Denver, Colorado, March 14-17, 1994.

BUTCHER, r. R. Experiences with Pen-based Mapping Systems. **Geomatics Info Magazine**. v.13, n.4, p.31-33, Apr. 1999.

BYMAM, P.; KOSKELO, J. Mapping Finish Roads with Differential GPS and Dead Reckoning. **GPS World**, v. n. p.38-42, Feb. 1991.

Cintra, J. P. **Automação da topografia: do campo ao projeto**. Tese apresentada à EPUSP para obtenção do título de livre docente junto ao Departamento de Engenharia de Transportes na área de Informações Espaciais. São Paulo, junho de 1993. 120 p.

Cintra, J. P.; Ribeiro, S. C. L. Integração GPS x Carta eletrônica In: XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro, 1997.

Corcoran, W. Make your job easier with field-collection software. **GIS World**, p.66, Jun. 1996.

GIM - Geomatics Info Magazine. A common platform for different GPS-es and Total Station – Interview. v.13, n.2, p.45-7, Feb. 1998a.

GIM - Geomatics Info Magazine. GIM's product survey on pen-based mapping systems. v.12, n.4, Apr. 1998b.

GIM - Geomatics Info Magazine. Pen-based mapping systems. v.12, n.4, p.69-75, Apr. 1998c.

GIM - Geomatics Info Magazine. Highway Information Systems. v.12, n.9, p.84-7, Sep. 1998d.

GIM - Geomatics Info Magazine. Surveyors and total station need connections. v.12, n.9, p.32-3, Sep. 1998e.

GIM - Geomatics Info Magazine. Solutions for the costumers. v.12, n.10, Oct. 1998f.

GIM - Geomatics Info Magazine. Product survey high-end total station. v.12, n.10, p.68-73, Oct. 1998g.

GIM - Geomatics Info Magazine. Surveying Instruments and new Demands. v.12, n.10, p.36-9, Oct. 1998h.

GIM - Geomatics Info Magazine. Product survey on Pen-based mapping systems. v.13, n.4, p.59-65, Apr. 1999.

Gilbert, C. Coleta de atributos com GPS: diversidade é a questão. **Fator GIS**, ano 4, n. 14, p.46-7, jun./jul., 1996.

GRAHAM, L. A. Land, See, Air: GPS/GIS Field Mapping Solutions for terrestrial, Aquatic and Aerial Setting. **GIS World**, v.10, n. 1, p. 40-6, Jan. 1997.

HINTZ, R; RODINE, C. J. Automation and precision in a cadastral surveying environment.
<http://www.cadastral.com/papemm1.htm>

ILLINOIS DEPARTAMENT OF NUCLEAR SAFETY Integration of GIS and GPS technologies for environmental characterization and remediation of radiologically contaminated sites.
<http://www.state.il.us/idns/projects/papers/gps.htm>

JOLY, F. **A Cartografia**. Trad. de Tânia Pellegrini. Campinas, Papirus, 1990.

KEVANY, M. J. Use of GPS in GIS data collection. **Computer Environment and Urban Systems**, v.18, n.4, p. 257-63, 1994.

LANAHAN, S. J. Meeting the field data challenge. **Geomatics Info Magazine**, v.11, n.8, p. 58-9, Aug. 1997.

Lange, A. Data dictionary enhances GPS/GIS data capture. **GIS World**, p.56, Apr. 1997 a.

MEYER, A. Pen computing: a technology overview and a vision. **ACM SIGCHI bulletin**, July 1995.

NOVAK, K. Datta Collection for Multi-Media GIS Using Mobile Mapping Systems. **GIM**. p. 30-2, Oct. 1993.

Novak, K. Mobile Mapping technology for GIS data collection. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.61, n.5, p.493-501, May. 1995.

Ogata, A. making the most of today's data conversion methods. **GIS World**, p.82-7, Apr. 1992.

VEIGA, L. A. K; CINTRA, J. P. GPS integrado ao SIG. In: Seminário Agrimensura Total, São Paulo, 1998. **Anais**. São Paulo, APEASP, 1998.

WILSON, J. D. GIS Innovations Invigorate Project Implementantation. **GIS World**, v.11, n. 6, p. 64-7, Jun. 1998.