

# O USO DO SISTEMA DE RESTITUIÇÃO DIGITAL DVP PARA OS PROJETOS DE REURBANIZAÇÃO DE FAVELAS

Temba<sup>1</sup>, P. C. e Silva<sup>2</sup>, Y.

**ABSTRACT.** This paper has had the goal to explain that Digital Video Plotter resources, it is included processing and graphics treatments' digital images, has let *favelas*'s urbanization project in Belo Horizonte city.

**Keywords:** Digital photogrammetry, urbanization

**RESUMO.** O presente trabalho pretende mostrar que os recursos disponibilizados pelo sistema de restituição digital DVP para o processamento de dados e para o tratamento gráfico das imagens digitais permite a elaboração de projetos para a reurbanização das áreas de favelas no município de Belo Horizonte.

**Palavras chave:** fotogrametria digital, urbanização

## 1.0 - INTRODUÇÃO

A restituição é a atividade realizada com instrumentos e técnicas de operação próprias (a exemplo, a estereoscopia) que, pretende produzir cartas ou produtos assemelhados a partir de fotografias aéreas ou terrestres. Os instrumentos usados para o processo de restituição podem realizar as operações de correção geométrica (e/ou radiométrica) dos erros inerentes às imagens fotográficas. A técnica que contempla o processo de restituição digital manipula imagens digitalizadas, i.é, RODRIGUES(1987), um modelo matemático em que cada elemento de área na superfície do objeto fotografado, corresponde a um pixel (em inglês, **picture element**) na imagem com valor

Favela no município de Belo Horizonte



correspondente aos comprimentos de onda e valor de radiação medidos. A favela é, SILVEIRA(1993), uma área caracterizada segundo três aspectos de relevância: a) a ausência, senão, a escassez dos serviços públicos de infra-estrutura básicos (como as redes de água e esgoto, redes de iluminação, telefonia e pavimentação das vias de acesso às residências; b) o adensamento populacional e ocupação desordenada do solo (observado os códigos de obras e leis que regulamentam o uso e ocupação do solo) e c) as invasões das propriedades de terceiros em zonas urbanas.

Ainda, segundo a autora, os projetos de reurbanização de favelas, figura 1, contemplam a regularização do lote urbano invadido, com a dotação do título de

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais  
Núcleo de Fotogrametria Digital  
Caixa Postal 719, 31270-900 Belo Horizonte, MG, Brasil  
Fone (031)4995428 Fax (031)4995410  
E-Mail: temba@csr.ufmg.br

<sup>2</sup> Escola de Engenharia de São Carlos USP  
Departamento de Transportes - STT  
Caixa Postal 359, 13560-250 São Carlos  
Fone (016)2749257 Fax(016)2749255  
E-Mail: postrans@bruspsce.bitnet

propriedade e, a implantação dos serviços públicos de infra-estrutura básica com o propósito de promover a recuperação e a integração destas áreas no contexto urbano.

Neste artigo, os autores discutem os resultados e consequências verificadas com o uso do sistema de restituição digital DVP(em inglês, **Digital Video Plotter**) para os projetos que pretendem realizar obras de infra-estrutura em áreas de favelas.

## 2.0 - O SISTEMA DE RESTITUIÇÃO DIGITAL DVP

### 2.1 - Generalidades

A lógica do DVP, figura 2. foi concebida e desenvolvida por uma equipe de pesquisadores do *Laboratoire de Photogrammetrie Numérique* da Universidade de Laval, em Quebec, Canadá. O aplicativo foi idealizado originalmente como recurso didático para o ensino de fotogrametria e sensoriamento remoto, para os alunos do *Département des Sciences Géodésiques et de Télédétection* da Universidade de Laval.

O estereorestituidor digital DVP é um **software** que; permite a estruturação de arquivos gráficos e ,o processamento de imagens digitais obtidas:

- a)por meio de *rasterização*(imagens geradas pela varredura de **scanners**) de fotografias(aéreas ou terrestres) ou,
- b)quando extraídas de imagens digitais geradas pelo satélite SPOT.

A visualização das imagens digitais, pode ser alcançada por intermédio de um sistema ótico similar aos estereoscópios de espelhos. O uso do **software** aliado ao

Figura 2- Operador com DVP



Fonte: Leica(1992)

sistema estereoscópico, permite ao usuário proceder as extrações planimétricas e altimétricas da imagem, bem como na determinação, em *tempo real*(informa ao operador a qualquer instante as coordenadas do cursor), das medidas das coordenadas X,Y e Z das imagens planas à esquerda e à direita no vídeo. A imagem estereoscópica torna possível o uso combinado de técnicas de visualização e mensuração.

A integração de arquivos digitais gerados pelo DVP aos SIGs, podem traduzir informações espaciais sobre a qual atuam uma série de operadores

espaciais(operações algébricas usadas pelos SIGs no cruzamento de dados) e permitem as operações de análise. Desta forma, as informações obtidas compõe uma base de dados espaciais de modo que permitem:

- a)o controle de redes como água e esgotos, telefonia, comunicação, energia, tráfego, gás;
- b)o planejamento regional e
- c)a geração da base de dados gráficos para os SIGs(Sistemas de Informações Geográficas).

## 2.2 - A evolução do sistema DVP

Até o momento, a versão 3.5 é a que reúne os recursos mais avançados do sistema.

**Hardware**

**Software**

plataforma PC - Compaq Deskpro XL 5/100, modelo 105/w	disco rígido de 1050 megabytes(Mb), Pentium 100 Mhz, <b>Drive 3 1/2"</b> , 1.44 MB, Duplo Drive com CD-ROM 16 Mb memória RAM.	Módulos
monitor Multisync(15")	SVGAX3 800 X 600 com 1MB RAM, placa gráfica ATI ULTRA PRO	DVP-MPC
mesa digitalizadora	Summagraphics Summasketch III de 12"x12"(cursor de quatro botões)	DVR-2N
ambiente	MS-DOS 6.2, Windows 3.1	DVR-3
monitor Multisync(17")	SVGA 1024 X 768 e 256 cores com 2MB RAM, placa gráfica ATI ULTRA PRO(ISA)	DVPS
<b>mouse</b> estacionário( <b>trackball</b> )	PS/2E	
dispositivo de visualização Leica(para o monitor)	estereoscópio de espelhos	
dispositivo para digitalização das imagens fotográficas - <b>scanners</b>	Rank Xerox 7650; Sharp JX-600; Helava HAI-100 ou Vexcel VX3000	Fonte:Leica(1995)

### 2.2.1 - Os módulos do sistema DVP

- DVP-MP

compreende o controle e execução das atividades de:

- a. exposição do par de fotografias na tela do monitor;
  - b. menus;
  - c. movimento da marca flutuante(deslocamento no plano vertical do modelo estereoscópico) e
  - d. orientação do modelo estereoscópico
- DVP-MPC  
comporta as atividades realizadas pelo módulo DVP-MP, também para os arquivos digitais de imagens coloridas.
  - DVR-2N  
regula as operações de algoritmos e técnicas interativas apoiadas na teoria das funções de aproximações com o propósito de:
    - a. realizar o processo de retificação da imagem, que depende, principalmente, dos pontos de apoio(controle) no terreno. O módulo opera com o mínimo de quatro e o máximo de quinze pontos de controle;
    - b. permitir ao usuário medir; as coordenadas dos pontos, as distâncias e as áreas nas imagens retificadas(isentas de distorções geométricas);
    - c. importar o arquivo das imagens digitais retificadas para os softwares de tratamento gráfico( a exemplo; Autocad, Maxicad, Microstation etc.) e
    - d. responder pelas atividades de vetorização realizadas nas imagens.
  - DVR-3  
resolve as atividades que compreendem:
    - a. a formulação de modelos matemáticos do terreno para a concepção do modelo digital de terreno(DTM)
    - b. a geração de ortofotos digitais;
    - c. a edição de mosaicos(sem a correção radiométrica) com o uso de ortofotos
  - DVP-S  
responde pelas atividades verificadas para a correção geométrica das fotografias no momento da digitalização(*rasterização*) realizada pelo **scanner**.

### 2.2.2 - A precisão do sistema DVP

A precisão alcançada pela fotogrametria digital assim como nas atividades da fotogrametria analógica dependem da escala das fotografias. Todavia, a precisão pode ser afetada pela resolução das imagens quando digitalizadas pelos **scanners**.

Verificam-se que, diversas publicações; TOUTIN & BEAUDOIN(1995) e KLAVER & WALKER(1992), GAGNON et al.(1991), NOLETTE et al.(1992); sustentam que a precisão observada nas medições com o DVP, obtêm para a planimetria(coordenadas X e Y) 70% do tamanho do pixel e para a altimetria(coordenada Z) 0,2% da altura de vôo.(Tabela II-1)

As precisões matemáticas podem ser estimadas pelas seguintes expressões matemáticas:

$$\sigma_{XY} \cong EP.DP.0,7.10E-6$$

$$\sigma_Z \cong EP.DP.(F/B).0,5.10E-6$$

Fonte: Les Systèmes Géomatiques DVP INC.(1989)

$\sigma_{XY}$  - precisão planimétrica

$\sigma_Z$  - precisão altimétrica

EP - denominador da escala da foto

DP - dimensão do pixel em microns

F - distância focal da câmera em milímetros

B - distância entre os pontos principais do estereopar em milímetros.

Tabela II-1 - Precisão planimétrica

dpi <sub>1</sub>	Escala da Foto				Arquiv o <sup>2</sup> Mb	Pixel 3 µm
	1/500 0	1/10 000	1/15 000	1/20 000		
300	0.30	0.60	0.90	1.2	7	85
400	0.22	0.45	0.67	0.90	13	64
450	0.20	0.40	0.60	0.80	16	56
500	0.18	0.36	0.54	0.72	20	51
600	0.15	0.30	0.45	0.60	29	42
800	0.11	0.22	0.34	0.45	52	32

Fonte: Leica(1992)

(1)dpi - pontos por polegada, é a resolução da imagem digitalizada.

(2)arquivo - tamanho do arquivo que contém uma imagem em megabytes.

(3)pixel(**picture element**) - representa um elemento da imagem digital

### 3.0 - A EDIÇÃO DA CARTA CADASTRAL - ÁREA DE FAVELA

Para conseguir concluir o proposto por este artigo, i. é, a edição da carta topográfica gerada pela restituição digital que, sobre a qual permite a concepção de projetos de serviços de infra-estrutura, com a localização das residências e benfeitorias, bem como o perfil natural do terreno, são necessários os procedimentos que compreendem as seguintes atividades:

- a. *rasterização* das fotografias aéreas verticais;
- b. orientação dos estereogramas digitais e
- c. *vetorização* dos estereogramas digitais.

#### 3.1 - A *rasterização* das fotografias aéreas

O **scanner** , TROCHA(1995), é um dispositivo eletrônico que com o uso de sensores fotoelétricos detecta a radiância de cada **pixel** de uma imagem analógica e gera um arquivo binário.

A fotogrametria digital, HEIPKE(1995), é uma tecnologia de informação usada para gerar informações geométricas, radiométricas e de semântica sobre objetos no universo 3D(tridimensional) obtidas de imagens digitais 2D(planas) destes objetos. Para BORON(1995), a fotogrametria digital pretende com o processamento das fotografias métricas gerar um formato digital. Os **scanners** que, BORON(1995), são usados para gerar uma imagem digital com o propósito da fotogrametria digital devem ser evidenciados, principalmente, pelas seguintes características:

- a. elevada resolução ótica(acima de 600 DPI)
- b. limite do campo de varredura adequado às dimensões das fotografias(mínimo 23x23cm - tamanho típico das fotografias aéreas)
- c. sistema de varredura com as células fotoelétricas para fotografias coloridas ou para fotografias em preto e branco
- d. sistema de varredura com as células fotoelétricas para cópias de fotografias em emulsão fotográfica(diapositivos) ou em placas de vidro
- e. alta silmilaridade geométrica entre a imagem digital e a fotografia original

A correspondência geométrica e radiométrica entre a imagem digital e o original fotográfico pode ser avaliado pelas distorções atribuídas à imagem digital gerada pelo **scanner**. As deformações geométricas máximas, segundo AGNARD et alii(1992) e SARJAKOSKI(1992), aferidas para o **scanner** modelo Sharp JX-600( similar ao modelo usado pelos autores deste artigo), apontam para os valores que se aproximam na direção x de  $\pm 20\mu\text{m}$  e na direção de y  $\pm 40\mu\text{m}$ .

FUCHS & RUWIEDEL(1992) mostram que as correções da imagem *rasterizada* seja para a distorção geométrica seja para a distorção radiométrica podem ser minimizadas se houver uma calibração para ambos os atributos do equipamento.

### 3.2 - A orientação dos estereogramas digitais

A atividade de orientação das imagens digitais é similar ao processo verificado para as fotografias. A orientação dos pares de imagens digitais( os estereogramas digitais,) reúne operações que permitem reconstruir a posição exata que cada imagem fotográfica registrava no momento da exposição.

Verificou-se que nesta fase, principalmente, ocorreram situações que propiciaram a disseminação de erros que se perpetuaram ao longo de todo o processo. Abaixo são elencados os elementos que podem representar uma fonte de erros prováveis:

- a. o original fotográfico
  - a cópia em papel do diapositivo usado como original para a *rasterização* pode significar uma fonte de erro, decorrente das deformações peculiares na superfície da emulsão. O uso do diafilme poderia minimizar a dispersão destes erros;
- b. as marcas fiduciais
  - as medições para as coordenadas das marcas fiduciais foram realizadas com o auxílio de um coordenatógrafo do autógrafo A-7. Sabe-se que as coordenadas das marcas fiduciais da câmara fotogramétrica expressam juntamente com a distância focal um dos principais elementos de calibração da câmara;

c. os pontos de apoio terrestre

o conjunto de pontos no terreno que permitem a correção geométrica do modelo estereoscópico digital foi obtido de coordenadas planas de uma carta topográfica em que constavam pontos cotados e;

d. o **scanner**

não foi introduzido na operação de orientação do modelo estereoscópico o arquivo que continha os parâmetros de calibração do **scanner** que têm por objetivo corrigir as distorções geométricas impostas pelo processo de varredura do equipamento.

### 3.3 - A *vetorização* dos estereogramas digitais

A *vetorização* é a compilação das feições( planimétricas ou altimétricas) do modelo estereoscópico com o uso dos recursos gráficos disponibilizados pelo **software**. O sistema de restituição DVP, (LEICA, 1995), permite ao operador uma variedade de modos de *vetorização* que podem produzir diferentes tipos de elementos gráficos tais como arcos, círculos, linhas, polígonos etc.

Ao término da *vetorização*, o arquivo de elementos gráficos pode ser tratado por outros **softwares**(AUTOCAD, MAXICAD, MICROSTATION etc.) que permitem a edição final da carta.

### 4.0 - AS FEIÇÕES PLANIMÉTRICAS E ALTIMÉTRICAS

O cadastro técnico, (SÁ & LOCH, 1993), reúne o registro de informações referentes aos serviços públicos, que envolve a construção, manutenção e ampliação de redes nas vias e logradouros públicos, como as redes de abastecimento de água e esgoto, energia elétrica, telefonia, transportes etc. O arquivo gráfico gerado pela restituição de dois modelos estereoscópicos digitais permitiram que fosse realizado a comparação das feições planimétricas e altimétricas para o cadastro da área de favela escolhida em duas épocas:

1. recobrimento aerofotogramétrico realizado em 1989 na escala de 1:8000 - carta topográfica( escala 1:2000) obtida pela restituição analógica em 1992 e
2. recobrimento aerofotogramétrico realizado em 1994 na escala de 1:8000 - carta topográfica( escala 1:2000) obtida pela restituição digital(Sistema DVP).

### 5.0 - CONCLUSÕES

Verificou-se que, a estruturação de arquivos gráficos e o processamento de imagens digitais não é uma prerrogativa de robustas estações de trabalho digitais - **softcopy workstation**, mas também, de plataformas PCs que operam com **softwares** de baixo custo.

Mostrou-se que; o **sistema de restituição DVP** é composto de pacotes de programas principais, que são constituídos de subrotinas em forma modular e auto-documentadas.e, pode representar uma alternativa de baixo custo para a entrada de dados no âmbito da fotogrametria digital. O sistema computacional usa imagens digitais ao invés de negativos originais, diapositivos ou impressos, propondo um sistema de restituição inovador muito próximo do realizado pelos restituidores analíticos.

Verificou-se ainda que, o tratamento gráfico das imagens digitais permite a elaboração de projetos para a reurbanização das áreas de favelas no município de Belo Horizonte.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rodrigues, M. **Geoprocessamento**. Tese de Livre Docência, USP/SP, São Paulo, 1987, 347p.

Gagnon, P. A. et alii. **The DVP: a tool for extending the field of the surveyor's practice**. Survey Review, 32, No. 249, Quebec, Canada, 1993, 159 -166.

Toutin, T. & Beaudoin, M. **Real-time extraction of planimetric and altimetric features from digital stereo SPOT data using a digital video plotter**. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 61, No. 01, Ottawa, Canada, 1995, 63-68.

Klaver, J. & Walker, A. S. **Entry level digital photogrammetry: latest developments of the DVP**. ISPRS, XVII Congress, vol. XXIX, Part. B2, Commission II, 1992, 31- 33.

Guide de L'usager, version 3.40, Les Systèmes Géomatiques DVP INC., 1989, cap. I, 1-8

Trocha, W. **Automation of pattern measurement at investigations of scanner image geometry**. Proceedings of geodesy and environmental engineering commission, vol. 38, Krakow, Poland, 1995, 147-152.

Heipke, C. **State-of-the-art of digital photogrammetric workstations for topographic**. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 61, No. 01, Ottawa, Canada, 1995, 49-56.

Boron , A. **Homogeneity of geometry of images scanned using UMAX 1200 SE**. Proceedings of geodesy and environmental engineering commission, vol. 38, Krakow, Poland, 1995, 133-145.

Agnard et alii. **PC-based integrated digital pugging and measurements for block adjustments**, ISPRS, XVII Congress ,vol. XXIX, Part. B2, Commission II, 1992, 339-344.

Sarjakoski, T. **Suitability of the Sharp JX-600 desktop scanner for the digitization of aerial color photographs**, ISPRS, XVII Congress ,vol. XXIX, Part. B2, Commission II, 1992, 79- 86.

Fuchs C. & Ruwiedel S. **Digitization and rectification of transparencies with the analytical plotter P3**, ISPRS, XVII Congress, vol. XXIX, Part. B2, Commission II, 1992, 18- 24.

Sá, L. A. C. M. & Loch, C. **Cadastro técnico e serviços de infra-estrutura**, vol. 3, SBC, XVI Congresso Brasileiro de Cartografia, Comissão de cartografia topográfica e temática especial, 1993, Rio de Janeiro, 600 - 609.

Silveira, I. A. **Conceituações sobre áreas faveladas e seu contexto urbano**, vol. 1, Arquitetura, Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, , 1993, Belo Horizonte, 19 - 21.