

O Monocular de Fachadas para a Conformação dos Registros gráficos 3D do Cadastro Técnico Multifinalitário

Prof. Ms Diego Alfonso Erba

UNISINOS - Núcleo de Computação Gráfica
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
93022-000 São Leopoldo RS
✉ diego@prisma.unisinis.tche.br

Conteúdo	1. Introdução 2. Materiais 2.1 Equipamentos Fotográficos e Topográficos 2.2 Equipamentos e materiais computacionais 3. Métodos 3.1 Levantamento fotográfico terrestre 3.2 Levantamento topográfico de apoio 3.3 Georeferenciamento e restituição monocular 3.4 Integração dos arquivos vetoriais no AutoCAD Map 14 3.5 Renderização no 3D STUDIO MAX 4. Resultados 4.1 Resultados dos levantamentos fotográficos e topográfico 4.2 Resultados do mapeamento 3D 5. Conclusões 6. Referências Bibliográficas
-----------------	--

Resumo: Grande parte dos GIS disponíveis atualmente no mercado trabalham com registros cartográficos bidimensionais (2D), conformados a partir de restituições de aerofotogramas. Para determinadas aplicações tais como cadastro territorial, planejamento urbano, estudos de conforto ambiental, geoprocessamento de estabelecimentos industriais e demais; a visualização em três dimensões dos prédios existentes, com todos os detalhes que compõem o volume e a fachada, é de grande importância.

Entre as técnicas de levantamentos disponíveis para a elaboração dos registros gráficos de um GIS podem ser destacadas as topográficas, as fotogramétricas e as geodésicas; ou combinações delas. O presente trabalho mostra os resultados obtidos ao integrar dados gráficos provenientes de levantamentos fotogramétricos terrestres e aéreos para a conformação de registros gráficos 3D.

Palavras Chaves: Fotogrametria, Cadastro Multifinalitário, Cartografia

Abstract: The most part of available GIS works with 2D cartographic registers, structured from aerial photographs restitution. For some applications, like: territorial cadastre, urban planning, bioclimatic architecture and others, the 3D view of the bldgs with all the details of the volume is very important.

Among the available methods to elaborate graphical registers for a GIS can be classified like topographic, photogrammetric, geodetic or the combination of them. The present work shows the results obtained in the conformation of graphical registers 3D, with aerial and terrestrial photogrammetric data.

1. Introdução

O trabalho foi desenvolvido no Bairro Centro da Cidade de Porto Alegre, RS, especificamente na rua General João Manoel, entre as ruas Riachuelo e Duque de Caxias. As construções restituídas correspondem às existentes nos lotes identificados pelos números 452, 458 e 462 respectivamente (Figura 1).

Os dados correspondentes a planimetria foram obtidos mediante digitalização da cartografia cadastral existente na escala 1:2.000, elaborada a partir de uma restituição de aerofotogramas na escala 1:8.000 da cidade de Porto Alegre; ao tempo que o levantamento fotogramétrico terrestre se realizou em um quarteirão com uma câmara fotográfica digital EPSON PhotoPC, utilizando sua resolução máxima de 640 x 480 dpi, sendo que o apoio de campo foi realizado mediante uma Estação Total TOPCON CTS 2.

O mapeamento das fachadas se realizou mediante restituição monocular, criando-se os arquivos vetoriais por digitalização direta sobre as fotografias georeferenciadas no sistema IDRISI 2.0.

Os arquivos gráficos provenientes das restituições fotogramétricas terrestre e aérea foram integrados dentro do AutoCAD Map, criando-se a estrutura (esqueleto) dos prédios no sistema de coordenadas correspondente ao mapeamento sistemático brasileiro.

A edição dos arquivos gráficos vetoriais correspondentes aos volumes foi realizada no programa 3D STUDIO MAX, no qual cada uma das construções foi renderizada seguindo texturas e cores reais, iluminando-as desde diferentes pontos de vista.

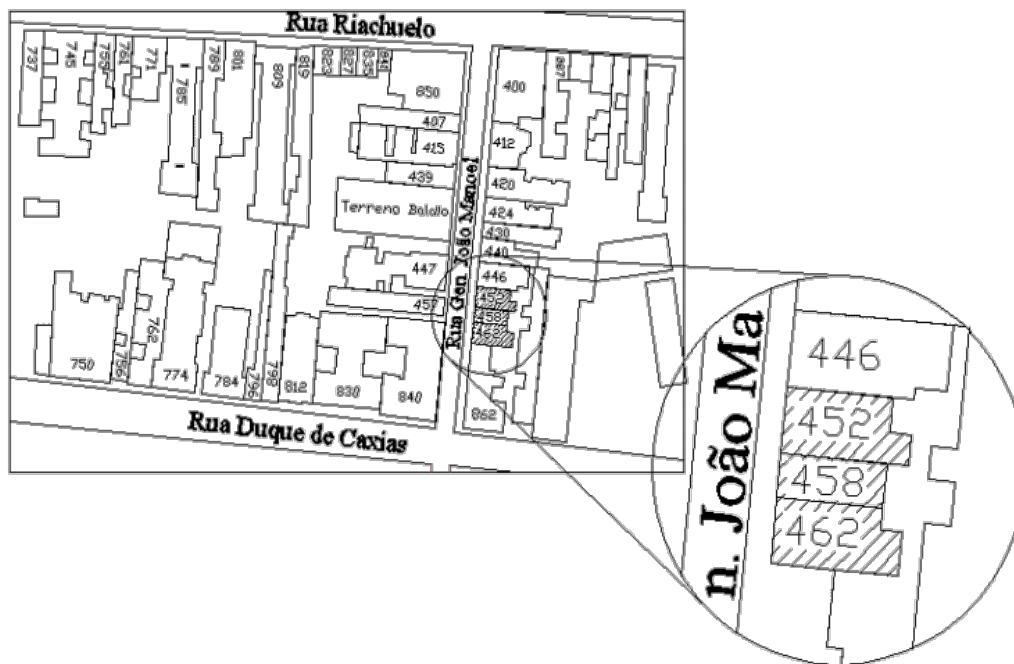


Fig. 1: Localização da área de estudo

2. Materiais

2.1 Equipamentos Fotográficos e Topográficos

- Câmera fotográfica EPSON Photo PC com resolução de 640x480 dpi, 16 milhões de cores e 4 MB de memória (capacidade de 160 fotografias);
- Estação Total Topcon CTS2;
- Equipamento de Estação Forçada Wild;
- Trena.

2.2 Equipamentos e materiais computacionais

Hardware

- Computador Pentium 100 Mhz (ou superior) com 16 MB de memória RAM;
- Mesa digitalizadora DIGICON A0;
- Escaner de mesa UMAX Mirage;
- Impressora Jato de tinta colorida HP 870;
- Plotter Jato de tinta colorido HP Designjet 750 Plus;

Software

- IDRISI 2.0 for Windows;
- TOSCA;
- Paint Shop Pro 4;
- Corel Draw 7.0;
- 3D Studio Max;
- AutoCAD Map Release 14.

3. Métodos

3.1 Levantamento fotográfico terrestre

O levantamento fotográfico se realizou com o objetivo de registrar as fachadas a serem restauradas, utilizando-se uma câmera fotográfica digital EPSON PhotoPC com sua resolução máxima de 640 x 480 dpi.

Antes de proceder a obtenção de cada fotografia, foram verificados os seguintes itens:

- horizontalidade do eixo óptico;
- perpendicularidade do eixo óptico (y) com relação à linha base (x);
- redução de sobras e obstáculos que causariam obstruções nas fachadas.

Para garantir a horizontalidade do eixo de tomada na hora do levantamento fotográfico, a câmera foi colocada sob a base de um sistema de centração forçada munido de um nível de bolha esférico, o qual foi cuidadosamente calado em cada uma das quatorze

estações realizadas para a cobertura total da fase do quarteirão. A perpendicularidade do eixo de tomada (y) com relação ao eixo de levantamento paralelo a linha municipal (x) foi controlada mediante a estação total efetuando o alinhamento da câmara antes de cada tomada (Figura 2).

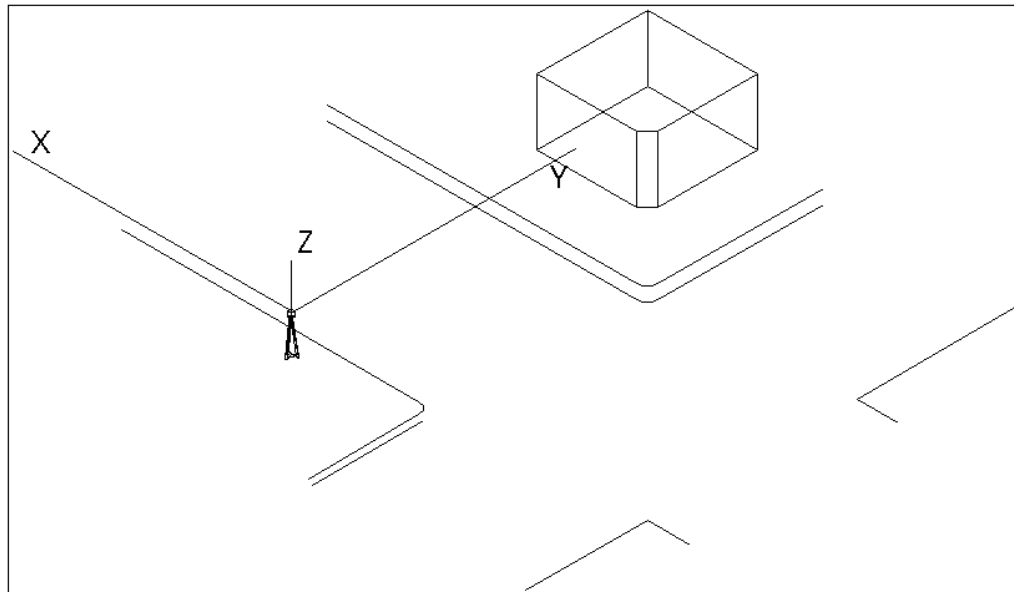


Fig. 2: Disposição da câmara no levantamento fotográfico

Os arquivos correspondentes as fotografias digitais foram descarregados no computador de processamento mediante um cabo de conexão, gerando-se arquivos de formato .JPG. Depois de armazenados no disco rígido, os arquivos de imagens foram lidos no programa Paint Shop Pro 4, e exportados para formato .TIF, o qual pode ser lido pelo programa IDRISI, onde seria realizada a restituição digital.

Finalmente, os arquivos foram importados para o IDRISI, gerando o formato .IMG e a paleta de cores correspondente a cada fotografia.

3.2 Levantamento topográfico de apoio

O levantamento topográfico dos pontos de ajuste, necessários para o georeferenciamento; e de controle, utilizados para estudo das precisões, foi realizado mediante uma Estação Total TOPCON CTS 2.

Os pontos escolhidos correspondem a detalhes das fachadas que deviam ser perfeitamente identificáveis nas fotografias na hora do processamento. Para facilitar o trabalho do fotointérprete, na caderneta de campo foi identificado cada ponto mediante um croqui, tomando nota das suas coordenadas ($x;y;z$).

Sendo que os eixos do levantamento topográfico (x , y e z) são os mesmos que os representados na Figura 2 do levantamento fotográfico, a estação total forneceu diretamente as coordenadas espaciais (x , y , z) dos pontos levantados.

O levantamento topográfico se realizou de acordo com a seguinte sequência:

- estacionamento da estação total;
- orientação da estação total com relação a linha base (eixo x);
- apontamento para o ponto de ajuste (fixação dos ângulos horizontal e vertical);
- colocação do prisma no ponto de ajuste,
- leitura da coordenada do ponto de ajuste ($x;y;z$).

3.3 Georeferenciamento e restituição monocular

O procedimento de georeferenciamento das fotografias digitais realizou-se no módulo RESAMPLE do programa IDRISI, a partir de um arquivo de correlação gerado com os pontos identificados a campo e na própria fotografia. Assim a partir de coordenadas de campo (x,y) e as homólogas da foto (X,Y), o polinômio transformou o arquivo original em um novo arquivo georeferenciado.

Sendo que o objetivo era restituir fachadas de prédios contidas no plano perpendicular ao eixo da câmara, as coordenadas utilizadas para o georeferenciamento das fotografias foram x e z , pois as coordenadas y dos pontos de apoio e controle resultaram iguais em cada fachada por se encontrarem no mesmo plano.

O mapeamento se realizou digitalizando diretamente sobre a fotografia georeferenciada no programa IDRISI, delimitando-se os elementos da fachada através de linhas e polígonos (Figura 3), gravando-se os arquivos vetoriais gerados como arquivos independentes para cada fachada. Após feita toda a digitalização das fachadas, os arquivos vetoriais foram lidos no programa TOSCA com o objetivo de integrar os mesmos, formando um único arquivo denominado FACHADA.

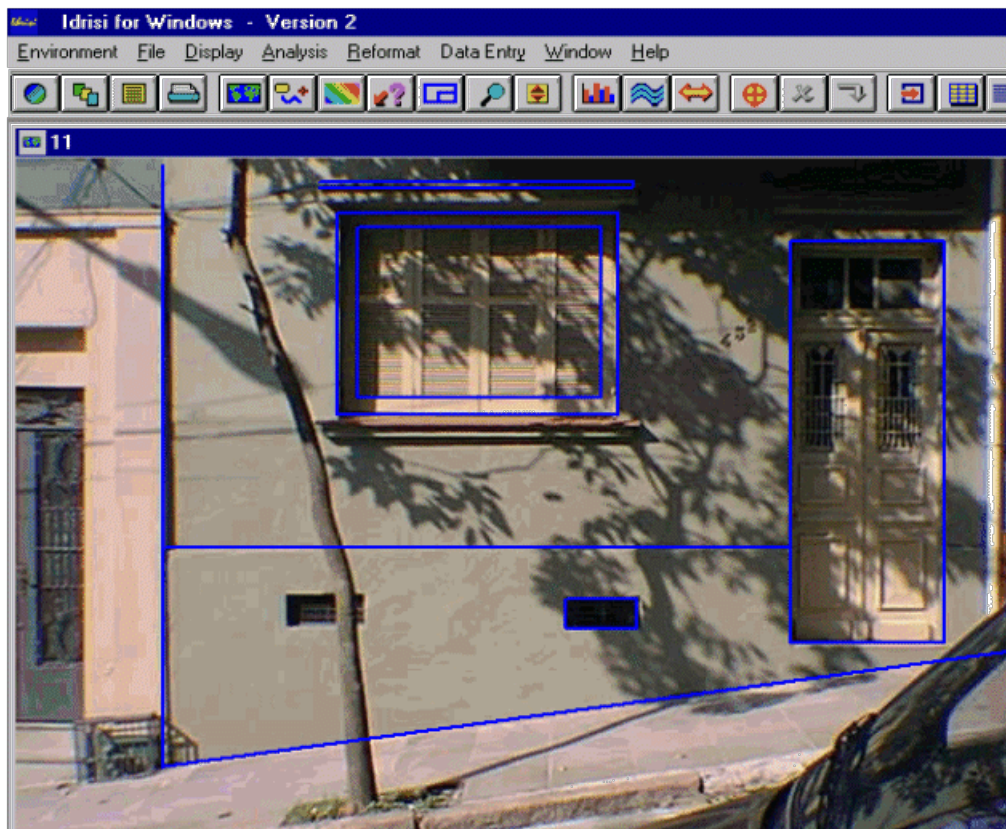


Fig. 3: Restituição monocular de fachadas no IDRISI

3.4 Integração dos arquivos vetoriais no AutoCAD Map 14

Efetuada a integração dos arquivos correspondentes a cada fachada, o arquivo vetorial FACHADAS foi exportado para o AutoCAD Map mediante o formato .DXF.

A Figura 4 mostra o resultado da edição do arquivo correspondente às três fachadas no AutoCAD Map.

Os microdetalhes que fazem parte da fachada e que foram representados cuidadosamente no croqui de campo foram lançados no AutoCAD, incrementando as restituições e aproximando-as da realidade.

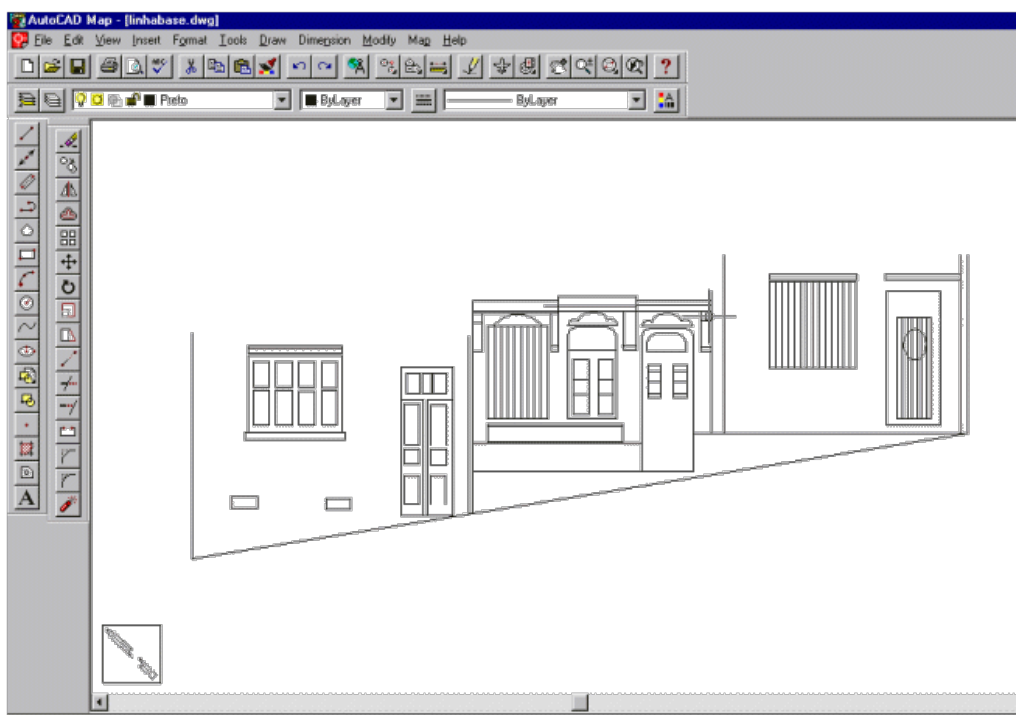


Fig. 4: Integração dos arquivos vetoriais correspondentes a restituição monocular das fachadas

Já no ambiente do Auto CAD, procedeu-se à conformação dos volumes das construções, dando profundidades as fachadas de acordo com as medidas obtidas pela fotogrametria aérea.

Com os dados planimétricos provenientes da aerorestituição na escala 1:2.000, foi possível montar a *estrutura* das construções, e posicionar as mesmas com relação ao mapeamento sistemático brasileiro (Figura 5)

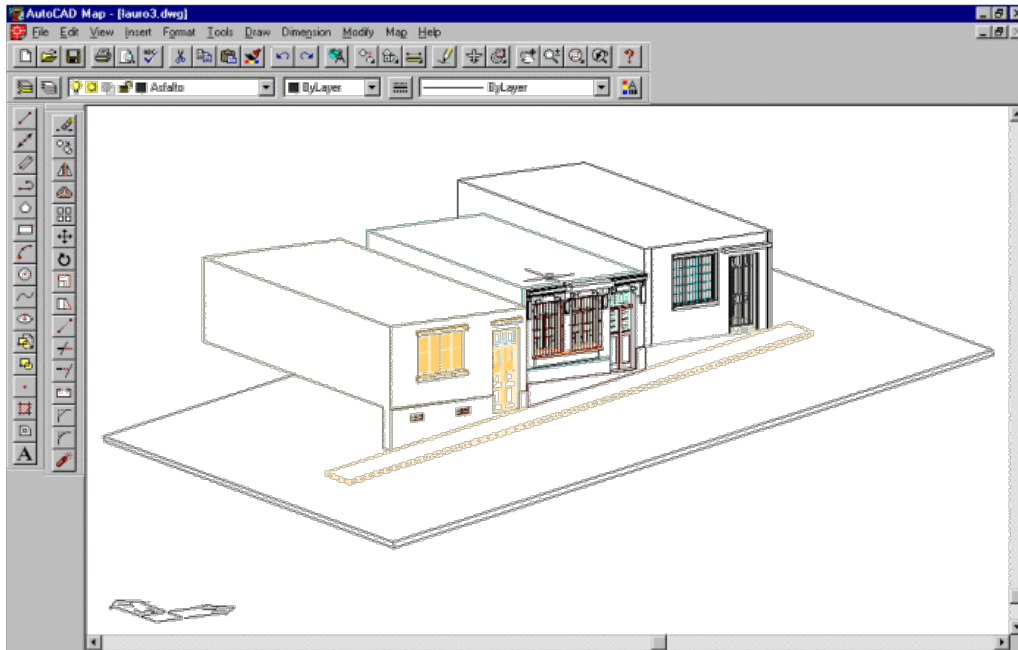


Fig. 5: Conformação dos volúmes das construções

Assim, os arquivos vetoriais passaram a ser volumes que poderão ser incorporados como registros gráficos de um Sistema de Informações Geográficas que trabalhe com registros gráficos 3D, tal como o AUTOINFO desenvolvido pelo Núcleo de Computação Gráfica da UNISINOS.

3.5 Renderização no 3D STUDIO MAX

Os volumes gerados na integração dos dados provenientes das fotogrametrias aérea e terrestre, também são interessantes para a conformação das perspectivas *reais* das construções.

A edição dos arquivos gráficos vetoriais correspondentes aos volumes se realizou no programa 3D STUDIO MAX, no qual cada uma das construções foi *renderizada* seguindo texturas e cores reais, iluminando-as desde diferentes pontos de vista.

4. Resultados

4.1. Resultados dos levantamentos fotográficos e topográfico

O levantamento fotográfico foi bem sucedido no que diz respeito a cobertura total da fase de quadra. Porém, devido a que o mesmo foi realizado na área central da cidade, foi impossível eliminar todos os obstáculos entre a câmara fotográfica e as fachadas (Figura 3).

As fotografias digitais obtidas com resolução de 640 x 480 dpi a 15 metros de distância da fachada, apresentam um pixel de 1 cm., o qual é considerado suficiente para este nível de restituição.

O principal problema encontrado nos arquivos digitais foi a grande diferença de tonalidades e cores apresentada pelas fotografias sucessivas, tal como se pode ver na Figura 6.

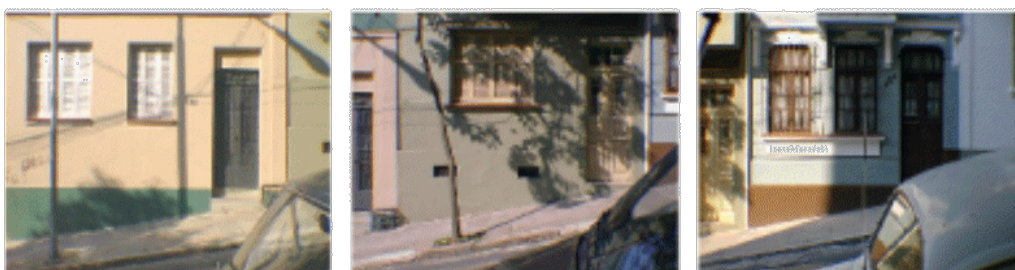


Fig. 6: Fotografias digitais visualizadas com suas paletas originais

Para contornar este problema e com o objetivo de montar o mosaico da fase de quadra, todos os arquivos das fachadas foram salvos com a paleta *gray 256* (256 tons de cinza). Eliminado o problema da diferença de cor, persistiu a diferença de tonalidades (Figura 7) a qual não constituiu uma limitante para a restituição.

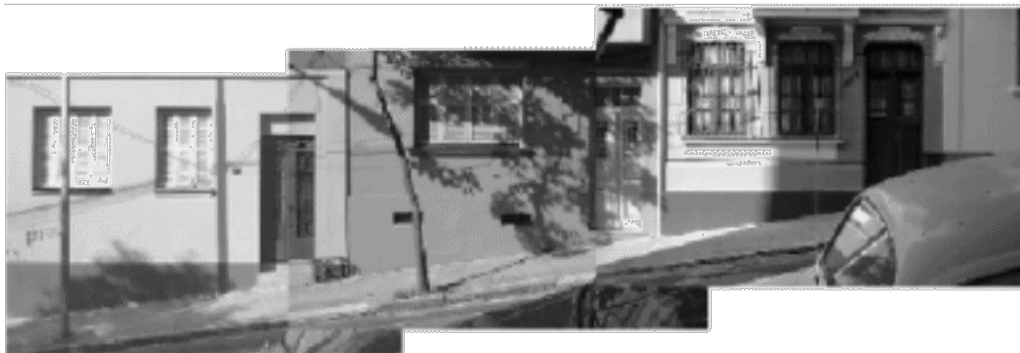


Fig. 7: Fotografias digitais visualizadas com paleta de tonalidades cinzas

Quanto ao levantamento dos pontos de ajuste, o uso da estação total resultou simples e eficiente, o qual focou evidente na precisão das coordenadas levantadas, porém, a falta de coletor digital de dados

4.2 Resultados do mapeamento 3D

Desde o ponto de vista métrico, as precisões alcançadas na restituição monocular terrestre permitem afirmar que os erros se encontram dentro das exigências estabelecidas para os registros gráficos 3D nas escalas de polotagens prestabelecidas (normalmente 1:100). As diferenças absolutas encontradas entre as coordenadas dos pontos de controle obtidas a campo e as homólogas medidas sobre a imagem georeferenciada resultou em média 3 cm.

Em termos qualitativos, o processamento no AutoCAD Map resultou simples a partir da importação dos arquivos vetoriais provenientes do IDRISI, e a edição no 3D STUDIO permitiu dar um acabamento "real" aos prédios levantados, tal como mostra a Figura 5.10.

5. Conclusões

Um dos principais problemas encontrados foi a falta de estereoscopia, o qual comprometeu parcialmente a qualidade do mapeamento das fachadas. Este problema será contornado mediante o processamento das fotografias diretamente no restituidor digital DVP recentemente adquirido pela UNISINOS.

Recomenda-se realizar experiências com fotografias de pequeno formato analógicas, digitalizadas mediante escaner.

A aplicação desta metodologia para a conformação dos registros gráficos do GIS utilizado nas aulas das disciplinas de Projeto IV e Planejamento Urbano da Arquitetura, constitui uma prova contundente da aplicação da mesma para trabalhos de maior envergadura.



Fig. 8: Renderização das construções

6. Referências Bibliográficas

CRÓSTA, Álvaro: *Processamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto*. Ed. Unicamp, 1993. 167p.

DISPERATI, Attilio A.: *Obtenção e uso de fotografias de pequeno formato*. Curitiba, FUPEF-UFPA, 1991, 290p.

LOCH, Carlos y CORDINI, Jucilei: *Topografia Contemporânea - Planimetria*. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1995. 320p.

CUERVO, Serafin L.: *Fotogrametria*. Madrid, Ed. Madrid, 1980.