

# Fotogrametria para Fisioterapeutas

## (Fisiometer Posturograma versão 3.0)

Dra. Francinett Dias, Fisioterapeuta ; Hémerson Antonio da Silva Programador.

### Resumo

O desenvolvimento das ferramentas informatizadas de avaliação funcional do sistema Fisiometer 3.0 segue modelos de captura de imagem estruturados na Fotogrametria. Este trabalho demonstra a relação entre modelos encontrados no registro de imagens na fotogrametria aérea e modelos reproduzidos para nossos estudos na construção de softwares

O sistema de avaliação funcional Fisiometer 3.0 é um sistema de confiabilidade científica certificado pelo departamento de pós-graduação de medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### Introdução

A Palavra “fotogrametria” deriva de três palavras de origem grega “photon – lus, graphos – escrita, metron - medições”.

Brito, J; Coelho, L . Fotogrametria Digital define como consenso geral o termo fotogrametria como “a **ciência e tecnologia** de se obter **informação confiável**, através de **imagens** adquiridas por sensores. **Ciência** – pois utiliza-se de métodos científicos para o estudo do funcionamento dos processos de captação da energia eletromagnética e análise dos registros advindos dos mesmos. **Tecnologia** – uma vez que lança mão do estado da arte da tecnologia para tornar tais processos mais rápidos e eficazes para os usuários. **Informação confiável** – seja ela sob a forma de um mapa, lista de coordenadas, modelo tridimensional ou qualquer outro modo de representação geometricamente classificado dentro de tolerâncias de precisão e acurácia desejáveis. Esses requintes variam de aplicação para aplicação, como por exemplo, a identificação do desvio de uma viga de sustentação em uma usina nuclear, que tolera erros de ordem de milímetros ou menos ou a confecção de uma carta em escala 1:250000, onde são tolerados erros da ordem de metros. **Imagens** – Imagens ópticas podem ser definidas como “a reprodução aparente de um objeto, formado por um sistema de lentes ou espelhos, a partir de ondas luminosas refletidas, refratadas ou difratadas” (*Encyclopædia Britannica, 2001*).”

Amplamente estudada no século XX propiciou avanços tecnológicos importantes para a cartografia e recentemente com a Fotogrametria Digital mostra-se eficiente em outras áreas do conhecimento. A fisioterapia possui um banco de dados de valor inquestionável, no entanto os modelos e técnicas de registro e avaliação são manuais ou ectoscópicos. Uma revisão tecnológica com uso da fotogrametria permitirá informatizar este conhecimento, automatizando os processos de avaliação, reduzindo a interferência do avaliador nos resultados.

A popularização das câmeras digitais tornou possível a utilização da fotogrametria digital na atividade laboral do fisioterapeuta. Determinar todos os benefícios do uso da fotogrametria em fisioterapia seria uma tarefa extensa, resumidamente podemos citar o baixo custo de produção, a não exposição do avaliado a radiações, a não permanência do paciente em posições que aumentam seu desconforto corporal, a quantificação em escala métrica ou angular e a manipulação dos dados diretamente em formato digital.

A informatização dos modelos matemáticos já desenvolvidos na fotogrametria reduz tempo e faz desta ciência uma aliada no desenvolvimento da pesquisa em fisioterapia. Alguns pesquisadores contemporâneos ao nosso trabalho desenvolveram pesquisa na adaptação tecnológica, no entanto eram utilizados softwares como o “Corel Draw”, que é um bom editor de imagens mas não atende as necessidades em avaliação fisioterapêutica. A não utilização de softwares dedicados implica na utilização de vários softwares para realizar todo o processo de avaliação e emissão de laudos. Neste contexto, alicerçamos a Plataforma Fisiometer de Avaliação Cinésio-funcional sendo a primeira ferramenta informatizada fundamentada na fotogrametria e totalmente dedicada à fisioterapia.

Utilizamos a Fotogrametria e outras ciências para oferecer a fisioterapia atualização tecnológica fazendo uso de câmeras digitais comerciais não fotogramétricas. Tornando possível a utilização de um hardware de baixo custo e operação em estações Windows PC fixa.

### **Metodologia de mensuração do software Posturograma Fisiometer 3.0**

O Posturograma possui uma escala linear de ponto flutuante permitindo o uso de até quinze casas decimais para ajuste de escala, sua adequação a qualquer distância de captura da imagem desde que um objeto de valor conhecido possa ser visualizado na imagem, por exemplo, uma régua afixada ao corpo do paciente pode servir de referência métrica para o ajuste da escala do software. Utilizando o parâmetro de proporcionalidade onde o número de pontos que forma a imagem digital, (pixels), é convertido para a escala métrica,  $(1 : X = \text{CM})$  onde o 1 representa um pixel e X representa a variável que deve ser multiplicada para ajuste proporcional da escala e CM representa o valor do objeto em centímetros.

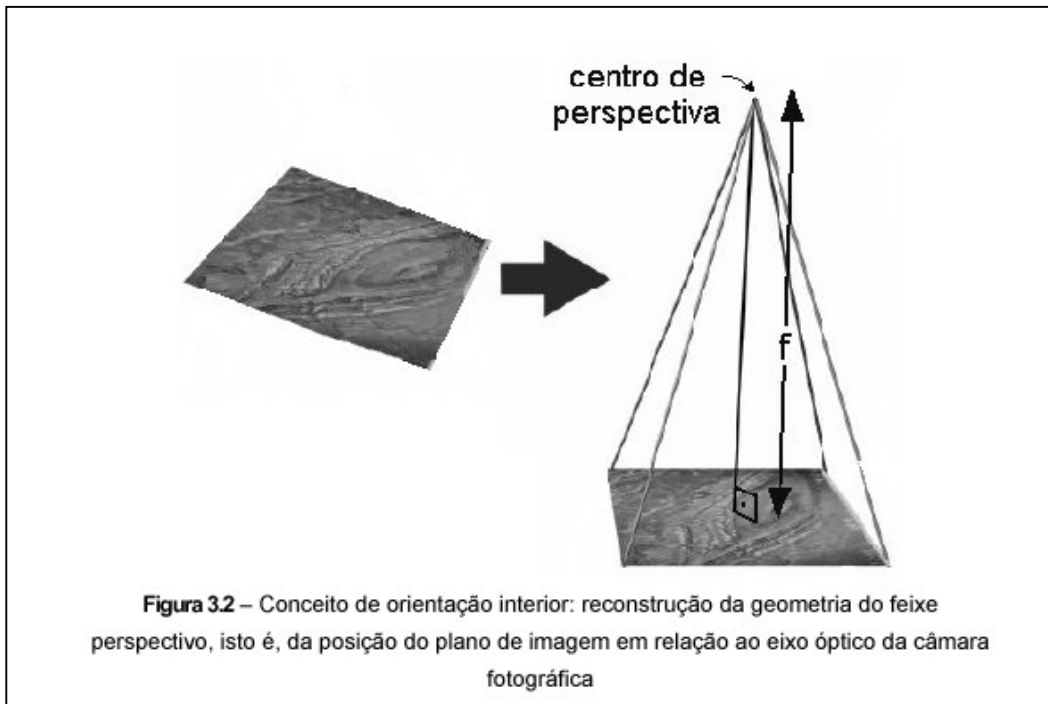
### **Metodologia de aquisição das imagens digitais:**

O controle do espaço e da câmera permite quantificar de forma reproduzível em escala métrica ou angular. A acurácia nas mensurações é dependente da qualidade e cuidados na captura da imagem. O software executará mensurações no plano vertical e horizontal tomando por base o registro da realidade digitalizado na imagem, (foto). Quanto menor a distorção do registro da realidade promovido pelo hardware e pelo processo de captura maior será a acurácia.

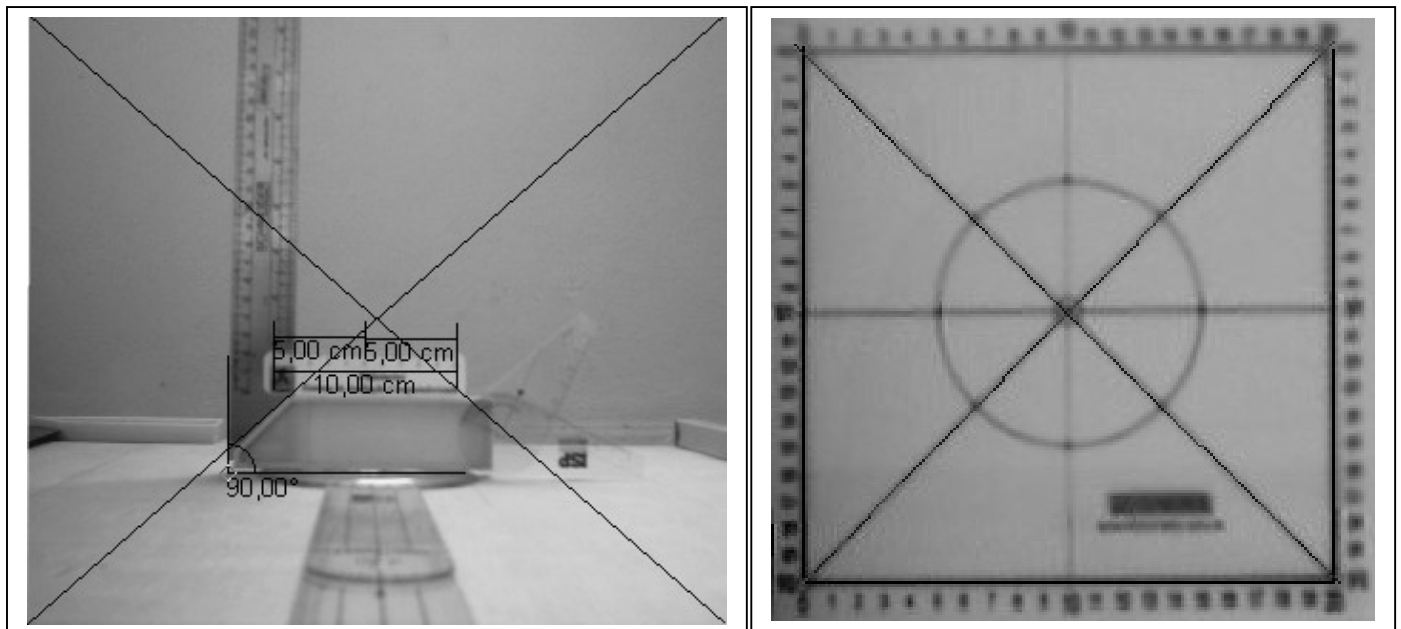
Os principais fatores que podem comprometer a captura de imagens digitais são:

## 1- Alinhamento entre o paciente e a câmera digital.

A câmera e o paciente devem estar alinhados paralelamente na vertical e na horizontal. Este posicionamento é denominado de captura ortogonal, ou seja, com o eixo óptico da câmera a  $90^\circ$ .



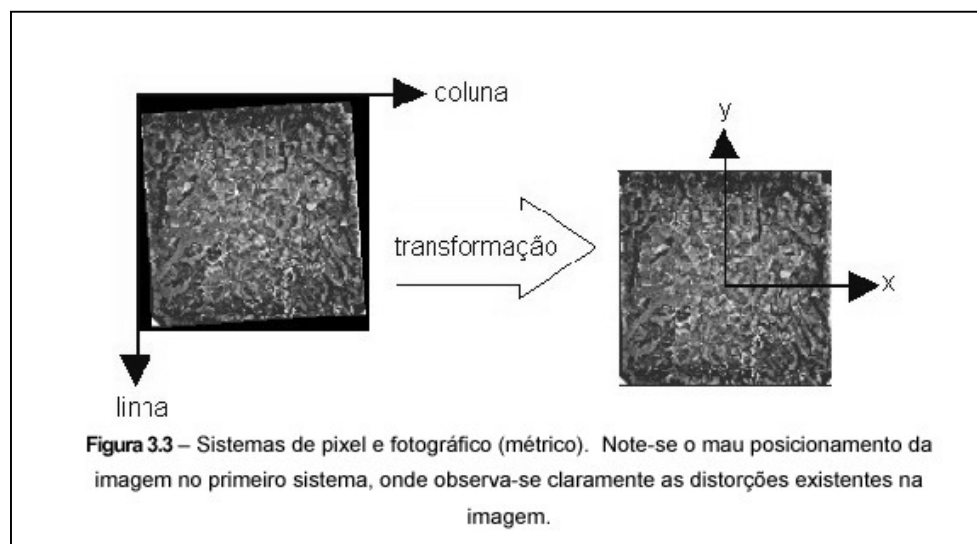
Fonte: Brito, J; Coelho, L. Fotogrametria Digital – Instituto Militar de Engenharia 2002



Reprodução do modelo fotogramétrico. Protótipo Fisiômetro realizado por Dias, F ; Silva, H. 2006

## 2- Não ortogonalidade dos eixos.

O sistema de coordenadas de uma imagem digital é sempre ortogonal utilizando este princípio é possível mapear distorções sistemáticas provocadas pelo hardware, (Scanner ou câmera), a imagem apresenta-se como se estivesse ortogonal e os eixos distorcidos.



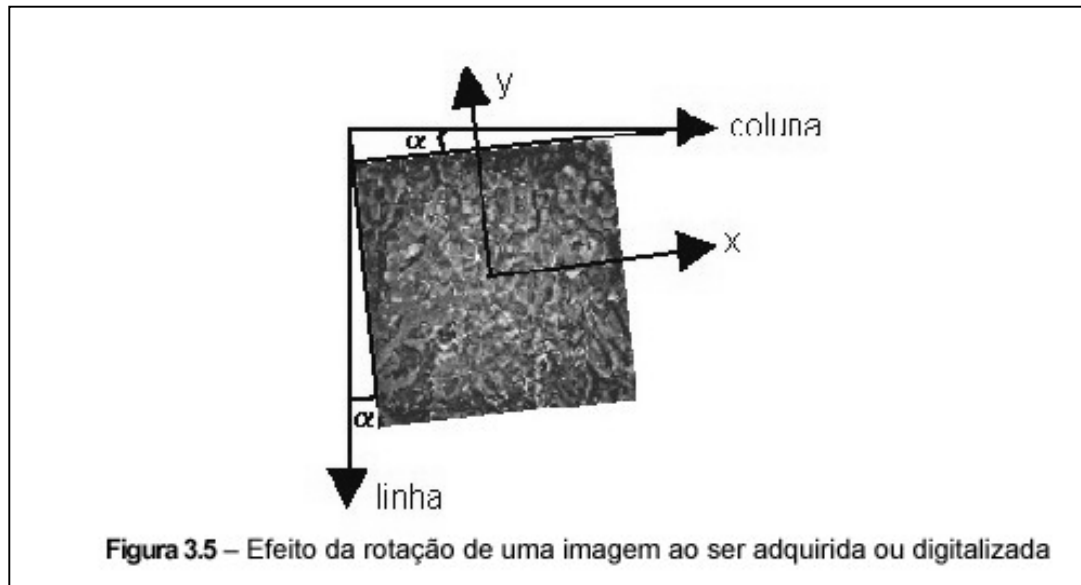
Fonte: Brito, J; Coelho, L. Fotogrametria Digital – Instituto Militar de Engenharia 2002

## 3- Paralaxe, centralização do eixo óptico da lente e centro do corpo avaliado.

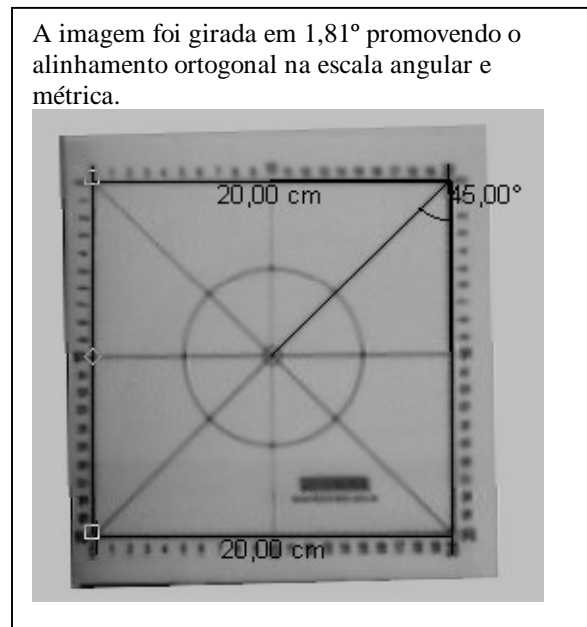
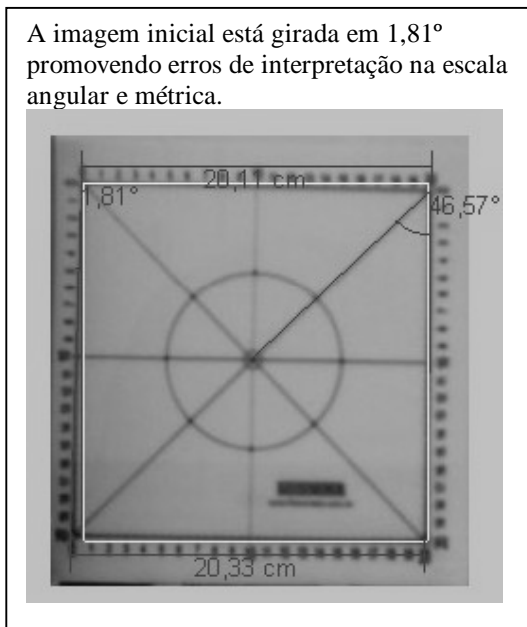
Paralaxe é o deslocamento aparente de um referencial, causado pelo deslocamento do observador. Um exemplo prático pode ser observado ao tentar se fazer uma leitura de um termômetro, a movimentação da cabeça do observador em relação ao alinhamento da escala e o nível do mercúrio pode apresentar variações de interpretação da escala. A acurácia máxima na leitura do termômetro é conseguida com alinhamento do eixo óptico de observação com a escala e a coluna de mercúrio. Para evitar o erro de paralaxe na captura da imagem o eixo óptico da lente deve estar direcionado para o centro do corpo do paciente que deve estar no centro da imagem capturada corrigindo eventuais erros de paralaxe.

#### 4- Rotação da câmera.

Uma das limitações do uso de câmeras digitais comerciais está no fato que a imagem capturada não é um quadrado perfeito e sim um retângulo. No formato sugerido 640 x 480 pixels, temos uma quantidade de linhas horizontais e verticais diferentes e conseqüentemente um valor proporcional de pixels para representação da imagem capturada nas coordenadas X e Y. Recomendamos que a câmera seja posicionada sem rotação sobre seu eixo, ou se girada deve seguir o mesmo processo e angulação para uma reavaliação comparativa.



Fonte: Brito, J; Coelho, L. Fotogrametria Digital – Instituto Militar de Engenharia 2002



Reprodução do modelo fotogramétrico. Protótipo Fisiometer realizado por Dias, F ; Silva, H. 2006

## Bibliografia:

Fotogrametria Digital 1ª Edição Jorge Brito / Luiz Coelho – Instituto Militar de Engenharia –2002

### 1. INTRODUÇÃO À FOTOGRAMETRIA DIGITAL

Agnard, J-P; Boulianne, M.; Gagnon, P-A.; Nolette, C. **Present Status of the DVP System**. Geomatica Vol. 49, No. 4, 1995, pp. 479-487. Canadian Institute of Geomatics.

Ottawa, Canadá: 1995.

Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.

Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.

Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Fotogrametria Analógica - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2000.

Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Burch, Robert. **A Short History of Photogrammetry**. The Institute for Digital Mapping, Ferris State University. Estados Unidos: 1997.

**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.

Heipke, C. **State-of-the-art of Digital Photogrammetric Workstations for Topographic Applications**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 61(1): 49-56.

Estados Unidos: 1995

**ImageStation 2001 Factsheet**. Z/I Imaging. 2001.

**Introduction to Photogrammetry**. Universidade de Viena. Viena, Áustria: 2000.

**ISPRS Brochure**. The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Suíça: 2001.

Jones, Nicole. **Photogrammetry – Lecture Notes**. The University of Melbourne. Melbourne, Austrália: 1998.

Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.

Lillesand, Thomas M.; Kiefer, Ralph W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. John Wiley & Sons. 4a Ed. Estados Unidos: 2000.

Novo, Evlyn. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blücher. 2a Ed. São Paulo, Brasil: 1992.

Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

**Sítios www (até Março de 2002):**

**Estações Fotogramétricas Digitais**

**EMPRESA PAÍS ESTAÇÃO**

Z/I Imaging Alemanha/EUA ImageStation e ImageStation SSK

<http://www.ziimaging.com/Products/Workstations/default.htm>

LH-Systems Suíça/EUA SocetSet

[http://www.lh-systems.com/products/socet\\_set.html](http://www.lh-systems.com/products/socet_set.html)

ISM Canadá DiAP

<http://www.askism.com>

KLT EUA Atlas DSP

<http://www.kltassoc.com/>

DAT/EM EUA Summit PC e Summit Evolution

<http://www.datem.com/products/index.html>

VinGeo Ucrânia Delta

<http://www.vinnitsa.com/geo/Hardware.htm>

DVP Canadá DVP

<http://www.dvp.ca>

TopoL Rep. Tcheca PhoTopoL

<http://www.topol.cz/english/share/?doc=../docs/photopol.php3>

Supresoft China VirtuoZo  
[http://www.supresoft.com/english/html/products/products\\_index.htm](http://www.supresoft.com/english/html/products/products_index.htm)  
Autometric EUA SoftPlotter  
<http://www.autometric.com/NEW/Products/Production/>

### Softwares de fotogrametria:

## EMPRESA PAÍS ESTAÇÃO

RWEL Alemanha DMS  
<http://www.rwel.com/dms.htm> - Geração de ortoimagens  
ERMAPPER EUA ERMAPPER  
<http://www.ermapper.com/> - Geração de ortoimagens  
PCI Canadá OrthoEngine  
<http://www.pcigeomatics.com/> - Geração de ortoimagens  
Vexcel EUA OrthoGIS  
<http://www.vexcel.com/aerial/orthogis.html> - Geração de ortoimagens  
Erdas EUA Ortho-Imagine!  
<http://www.erdas.com/home.asp> - Geração de ortoimagens  
EOS Canadá Photo Modeler  
<http://www.photomodeler.com/> - Fotogrametria a curtas distâncias  
Rolleimetric Alemanha 3-D Modelle  
<http://www.rolleimetric.de/startie.html> - Fotogrametria a curtas distâncias para aplicação industrial  
Technet Alemanha Pictran  
[http://www.technet-gmbh.com/english\\_old/products\\_e.htm](http://www.technet-gmbh.com/english_old/products_e.htm) - Fotogrametria a curtas distâncias  
K2 Alemanha PATB, PATM  
<http://www.k2-photogrammetry.de/> - Aerotriangulação

## 2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FOTOGRAMETRIA

### 2.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.  
Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.  
Andrade, Dinarte Francisco Pereira Nunes de. **Fotogrametria Básica**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1997.  
Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.  
Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.  
Crósta, Álvaro Penteadó. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Unicamp. Campinas, Brasil: 1993.  
**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.  
Ferreira, Jaime Mauricio Cardoso. **Geração de Ortomosaico a Partir de Câmara Fotográfica Digital Não-métrica Kodak DC 265**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica) -Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2001.  
**Introduction to Photogrammetry**. Universidade de Viena. Viena, Áustria: 2000.  
**ISPRS Brochure**. The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Suíça: 2001.  
Jones, Nicole. **Photogrammetry – Lecture Notes**. The University of Melbourne. Melbourne, Austrália: 1998.  
Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler

Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.  
Lillesand, Thomas M.; Kiefer, Ralph W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. John Wiley & Sons. 4a Ed. Estados Unidos: 2000.  
Novo, Evlyn. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blücher. 2a Ed. São Paulo, Brasil: 1992.  
Prado, Walter da Silva; Gomes, Camillo José Martins; Erwes, Herbert; Koatz, Gilson Dimenstein. **Solar da Imperatriz – O Primeiro Projeto Fotogramétrico no Brasil Utilizando as Regras 3X3**. In: XIX Congresso Brasileiro de Cartografia. Recife, Brasil: 1999.  
Robinson, Arthur H.; Morrison, Joel L.; Muercke, Phillip C. et al. **Elements of Cartography**. John Wiley & Sons. 6a Ed. Estados Unidos: 1995.  
Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

### 3 . ORIENTAÇÃO INTERIOR

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.  
Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.  
Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.  
Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.  
**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.  
Gemael, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações**. Ed. UFPR. Curitiba, Brasil: 1994.  
**Introduction to Photogrammetry**. Universidade de Viena. Viena, Áustria: 2000.  
Jones, Nicole. **Photogrammetry – Lecture Notes**. The University of Melbourne. Melbourne, Austrália: 1998.  
Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.  
Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.  
Vasconcellos, José Carlos P. de. **Ajustamento de Observações: Modelos e Análises**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2000.

### 4.2 O COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.  
Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.  
Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.  
Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Determinação Automática dos Parâmetros da Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital – Trabalho de Tópicos Especiais em Engenharia Cartográfica**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.  
Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.  
Costa, Felipe André Lima. **Medição Automática de Coordenadas em Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/1998**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.  
Costa, Felipe André Lima. **Geração de Coordenadas Tridimensionais do Terreno a Partir de Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/1999**. Instituto Militar de Engenharia.

Rio de Janeiro, Brasil: 2000.

Coelho F., Luiz C. T. **Sistema de Medição Automática de Coordenadas de Pontos em Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/2000**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2001.

**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society

for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.

Gemael, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações**. Ed. UFPR. Curitiba, Brasil: 1994.

**Introduction to Photogrammetry**. Universidade de Viena. Viena, Áustria: 2000.

Jones, Nicole. **Photogrammetry – Lecture Notes**. The University of Melbourne. Melbourne, Austrália: 1998.

Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.

Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

Stark, Philip B. **SticiGui: Statistics Tools for Internet and Classroom Instruction with a Graphical User**

**Interface**. Department of Statistics, University of California, Berkeley. California, Estados Unidos: 2001.

Stockburger, David W. **Introductory Statistics: Concepts, Models and Applications**. Versão WWW 1.0. Southwest Missouri State University. Missouri, Estados Unidos: 1998.

## 5. ORIENTAÇÃO EXTERIOR

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.

Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.

Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.

Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Determinação Automática dos Parâmetros da Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital – Trabalho de Tópicos Especiais em Engenharia Cartográfica**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia.

**Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Costa, Felipe André Lima. **Medição Automática de Coordenadas em Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/1998**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Costa, Felipe André Lima. **Geração de Coordenadas Tridimensionais do Terreno a Partir de Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/1999**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2000.

Coelho F., Luiz C. T. **Sistema de Medição Automática de Coordenadas de Pontos em Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/2000**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2001.

**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society

for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.

Gemael, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações**. Ed. UFPR. Curitiba, Brasil: 1994.

**Introduction to Photogrammetry**. Universidade de Viena. Viena, Áustria: 2000.

Jones, Nicole. **Photogrammetry – Lecture Notes**. The University of Melbourne. Melbourne, Austrália: 1998.

Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.

Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

## 6. AEROTRIANGULAÇÃO ANALÍTICA

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerotriangulação – T34-304 – Manual Técnico.** Exército Brasileiro. 2a Ed. Brasília, Brasil: 1984.
- Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide.** Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.
- Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes.** Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.
- Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria.** Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.
- Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Determinação Automática dos Parâmetros da Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital – Trabalho de Tópicos Especiais em Engenharia Cartográfica.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Costa, Felipe André Lima. **Medição Automática de Coordenadas em Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/1998.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Costa, Felipe André Lima. **Geração de Coordenadas Tridimensionais do Terreno a Partir de Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/1999.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2000.
- Coelho F., Luiz C. T. **Sistema de Medição Automática de Coordenadas de Pontos em Imagens Fotogramétricas Digitais - Projeto do PIBIC/2000.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2001.
- Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry.** The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.
- Gemael, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações.** Ed. UFPR. Curitiba, Brasil: 1994.
- Introduction to Photogrammetry.** Universidade de Viena. Viena, Áustria: 2000.
- Jones, Nicole. **Photogrammetry – Lecture Notes.** The University of Melbourne. Melbourne, Austrália: 1998.
- Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes.** Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.
- Normas Provisórias para Fotogrametria Digital.** 1a Divisão de Levantamento (Exército Brasileiro). Porto Alebre, Brasil: 2000.
- Photogrammetric Mapping – EM 1110-1-1000 – Engineer Manual (Series Engineering and Design).** U.S. Army Corps of Engineers. Washington DC, Estados Unidos: 2002.
- Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I.** TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

## 7. RETIFICAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DE IMAGENS

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide.** Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.
- Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes.** Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.
- Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria.** Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.
- Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Determinação Automática dos Parâmetros da Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital – Trabalho de Tópicos Especiais em Engenharia Cartográfica.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Normalização de Estereogramas e sua Aplicação na Geração de Modelos Numéricos de Elevação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Brito, Jorge Luís Nunes e Silva. **Precision of Digital Orthoimages: Assessment and Application to the Occlusion Detection Problem**. The Ohio State University. Columbus, Estados Unidos: 1997.

Choo, W.; Schenk, T.; Madani, M. **Resampling Digital Imagery to Epipolar Geometry**. The Ohio State University. Columbus, Estados Unidos: 1992.

**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.

Gemael, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações**. Ed. UFPR. Curitiba, Brasil: 1994.

Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.

Novo, Evlyn. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blücher. 2a Ed. São Paulo, Brasil: 1992.

Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

**The Fundamentals of Digital Photogrammetry**. ISM International Systemap Corporation. Vancouver, Canadá: 2000.

## 8. GERAÇÃO DE MODELOS NUMÉRICOS DE ELEVAÇÕES

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.

Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.

Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.

Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Determinação Automática dos Parâmetros da Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital – Trabalho de Tópicos Especiais em Engenharia Cartográfica**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Normalização de Estereogramas e sua Aplicação na Geração de Modelos Numéricos de Elevação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.

Brito, Jorge Luís Nunes e Silva. **Modelagem Digital do Terreno**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 2002.

Brito, Jorge Luís Nunes e Silva. **Precision of Digital Orthoimages: Assessment and Application to the Occlusion Detection Problem**. The Ohio State University. Columbus, Estados Unidos: 1997.

Choo, W.; Schenk, T.; Madani, M. **Resampling Digital Imagery to Epipolar Geometry**. The Ohio State University. Columbus, Estados Unidos: 1992.

**Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.

Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.

Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

**The Fundamentals of Digital Photogrammetry**. ISM International Systemap Corporation. Vancouver, Canadá: 2000.

## 9. GERAÇÃO DE ORTO-IMAGENS

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.
- Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.
- Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.
- Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Determinação Automática dos Parâmetros da Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital – Trabalho de Tópicos Especiais em Engenharia Cartográfica**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Normalização de Estereogramas e sua Aplicação na Geração de Modelos Numéricos de Elevação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Brito, Jorge Luís Nunes e Silva. **Precision of Digital Orthoimages: Assessment and Application to the Occlusion Detection Problem**. The Ohio State University. Columbus, Estados Unidos: 1997.
- Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.
- Gemael, Camil. **Introdução ao Ajustamento de Observações**. Ed. UFPR. Curitiba, Brasil: 1994.
- Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.
- Novo, Evlyn. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blücher. 2a Ed. São Paulo, Brasil: 1992.
- Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.
- The Fundamentals of Digital Photogrammetry**. ISM International Systemap Corporation. Vancouver, Canadá: 2000.

## 10. RESTITUIÇÃO DIGITAL

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertz, J; Kreiling, Walter. **Photogrammetric Guide**. Karlsruhe. Wichmann, Alemanha: 1989.
- Altan, Orhan; Toz, Gönül; Seker, Dursun. **Photogrammetry – Lecture Notes**. Istanbul Technical University. 1a Ed. Turquia: 2002.
- Andrade, J. Bittencourt de. **Fotogrametria**. Ed. SBEE. Curitiba, Brasil: 1998.
- Brito, Jorge Luís Nunes e Silva; Prado, Walter da Silva; Augusto, Eduardo Gurgel Garcia. **Estágio de Fotogrametria Digital para Engenheiros Cartógrafos - Notas de Aula**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, Brasil: 1999.
- Convenções Cartográficas – T34-700 – Manual Técnico**. Exército Brasileiro. 2a Ed. Brasília, Brasil: 1998.
- Digital Photogrammetry - An Addendum to the Manual of Photogrammetry**. The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda, MA, Estados Unidos: 1997.
- Kraus, Karl. **Photogrammetry - Fundamentals and Processes**. Volume 1, 4a Ed. Ferg, Dummler Verlag. Bonn, Alemanha: 1999.
- Normas Provisórias para Estruturação e Validação de Arquivos Digitais**. 1a Divisão de Levantamento (Exército Brasileiro). Porto Alegre, Brasil: 2000.
- Normas Provisórias para Fotogrametria Digital**. 1a Divisão de Levantamento (Exército

Brasileiro). Porto Alegre, Brasil: 2000.

**Photogrammetric Mapping – EM 1110-1-1000 – Engineer Manual (Series Engineering and Design)**. U.S. Army Corps of Engineers. Washington DC, Estados Unidos: 2002.

Schenk, Toni. **Digital Photogrammetry – Volume I**. TerraScience. 1a Ed. Estados Unidos: 1999.

**TBCD - Tabela da Base Cartográfica Digital**. Exército Brasileiro. 2a Ed. Brasília, Brasil: 1998.

**The Fundamentals of Digital Photogrammetry**. ISM International Systemap Corporation. Vancouver, Canadá: 2000.