



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciência

Faculdade de Engenharia

Marcelo Sales Moffati

**Avaliação da qualidade das medições fotogramétricas da versão  
integrada do software livre E-FOTO**

Rio de Janeiro

2011

Marcelo Sales Moffati

**Avaliação da qualidade das medições fotogramétricas da versão  
integrada do software livre E-FOTO**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Orientador: Prof. Ph.D. Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Coorientador: Prof. Dr. Guilherme Lúcio Abelha Mota

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

C695 Moffati, Marcelo Sales.

Avaliação da qualidade das medições fotogramétricas da versão integrada do software livre E-FOTO / Marcelo Sales Moffati. - 2011.

177 f.

Orientador: Jorge Luís Nunes e Silva Brito  
Coorientador: Guilherme Lúcio Abelha Mota  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia de Computação 2. Fotogrametria – Teses. 2. Software livre - Teses. I. Brito, Jorge Luís Nunes e Silva. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 004.41:528.7

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Marcelo Sales Moffati

**Avaliação da qualidade das medições fotogramétricas da versão  
integrada do software livre E-FOTO**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Aprovado em: 10 de outubro de 2011.

Banca Examinadora:

---

Prof. Ph.D. Jorge Luís Nunes e Silva Brito (Orientador)  
Faculdade de Engenharia - UERJ

---

Prof. Dr. Guilherme Lúcio Abelha Mota (Coorientador)  
Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

---

Prof. Dr. Luiz Guimarães Barbosa  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Rio de Janeiro

2011

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação de mestrado aos meus Pais, Achilles Moffati (*in memoriam*) e Maria da Penha Sales Moffati, que sempre foram meus maiores exemplos e que nunca mediram esforços para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

## AGRADECIMENTO

À DEUS que realmente é o Senhor de todas as coisas e que me concedeu mais esta vitória;

À minha esposa Isabel Cristina Flôres Moffati que está sempre ao meu lado em todos os momentos;

À minha irmã Mônica Moffati minha grande incentivadora;

Ao Prof. Jorge Luís Nunes e Silva Brito por ter sempre acreditado no meu potencial para a realização deste trabalho;

Ao Prof. Guilherme Lúcio Abelha Mota por todo apoio;

Ao Prof. Luiz Guimarães Barbosa pela preciosa ajuda;

A toda equipe do Projeto E-FOTO;

Ao IBGE pela seção do material utilizado na realização do Projeto RURAL;

Ao Departamento de Agricultura e Engenharia Florestal da Universidade de Santiago de Compostela na Espanha;

Aos Colegas do Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

## RESUMO

MOFFATI, Marcelo Sales. *Avaliação da qualidade das medições fotogramétricas da versão integrada do software livre E-FOTO*. 2011. 177f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Na década de 90 com o aumento da capacidade de processamento e memória dos computadores, surgiu a fotogrametria digital, que tem como objetivo principal o mapeamento automático das feições naturais e artificiais do terreno, utilizando a imagem fotogramétrica digital como fonte primária de dados. As soluções fotogramétricas se tornaram mais compactas e versáteis. A estação fotogramétrica digital educacional E-FOTO é um projeto multidisciplinar, em desenvolvimento no laboratório de Fotogrametria Digital da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, que se baseia em dois pilares: autoaprendizado e gratuidade. Este trabalho tem o objetivo geral de avaliar a qualidade das medições fotogramétricas utilizando a versão integrada 1.0 $\beta$  do E-FOTO. Para isso foram utilizados dois blocos de fotografias de regiões distintas do planeta: um bloco de fotografias (2005) do município de Seropédica-RJ e um bloco de fotografias antigas (1953) da região de Santiago de Compostela, na Espanha. Os resultados obtidos com o E-FOTO foram comparados com os resultados do software comercial de fotogrametria digital Leica Photogrammetry Suite (LPS 2010) e com as coordenadas no espaço-objeto de pontos medidos com posicionamento global por satélite (verdade de campo). Sendo possível avaliar as metodologias dos softwares na obtenção dos parâmetros das orientações interior e exterior e na determinação da exatidão das coordenadas no espaço-objeto dos pontos de verificação obtidas no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO. Os resultados obtidos com a versão integrada 1.0 $\beta$  do E-FOTO na determinação dos parâmetros das orientações interior e exterior e no cálculo das coordenadas dos pontos de verificação, sem a inclusão dos parâmetros adicionais e a autocalibração são compatíveis com o processamento realizado com o software LPS. As diferenças dos parâmetros X0 e Y0 obtidos na orientação exterior com o E-FOTO, quando comparados com os obtidos com o LPS, incluindo os parâmetros adicionais e a autocalibração da câmara fotogramétrica, não são significativas. Em função da qualidade dos resultados obtidos e de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica, seria possível obter um documento cartográfico Classe A em relação à planimetria e Classe B em relação à altimetria na escala 1/10.000, com o projeto Rural e Classe A em relação à planimetria e Classe C em relação à altimetria na escala 1/25.000, com o Projeto Santiago de Compostela. As coordenadas tridimensionais (E, N e H) dos pontos de verificação obtidas fotogrametricamente no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO, podem ser consideradas equivalentes as medidas com tecnologia de posicionamento por satélites.

Palavras-chave: Fotogrametria digital. E-FOTO. LPS. Padrão de exatidão cartográfica.

## ABSTRACT

The acronym E-FOTO stands for an Educational Digital Photogrammetric Workstation. This is a multidisciplinary research project developed in The Rio de Janeiro State University. The E-FOTO project has two pillars: self-learning and gratuity. This dissertation evaluates the quality of the photogrammetric measurements performed by the 1.0 $\beta$  integrated version of the E-FOTO software. Two photogrammetric blocks of airborne imagery taken in different geographic areas were used accordingly: the former photogrammetric dataset is assembled from 12 photograms of the city of Seropédica-RJ, flown in 2005; the second photogrammetric block is a set formed from 6 very old photograms taken in 1953 over the region of Compostela, in Spain. The photogrammetric measurements taken in the E-FOTO were compared with those taken using the Leica Photogrammetry Suite (LPS 2010) commercial software. The ground truth is a set of 30 ground testing points (GCP) measured with a geodetic, dual frequency receiver of the Global Navigation Satellite System (GNSS/GPS) system. A digital photogrammetric mapping procedure was used to evaluate the E-FOTO software. For doing so, both interior and exterior orientation parameters of every image were computed. The photogrammetric computation of object-space coordinates of testing points was performed in the 1.64 version of the stereo plotter module of the E-FOTO. The comparisons of the results of the E-FOTO measurements with those taken from the LPS software can be considered identical, at the confidence level of 95%. The photogrammetric measurements performed in the 1.64 version of the E-FOTO stereoplotter module also match the tridimensional UTM coordinates (E, N and H) of the ground testing points at the same confidence level of 95%.

Keywords: E-FOTO. LPS. Quality evaluation. Digital photogrammetric measurements.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	- Esquema de uma câmara fotogramétrica.....	22
Figura 1.2	- Quadro de uma fotografia aérea com as marcas fiduciais e o sistema de coordenadas fotogramétrico .....	23
Figura 1.3	- Espectro eletromagnético, com destaque para faixa do visível.....	23
Figura 1.4	- Fototeodolito utilizado em fotogrametria terrestre (a) e fotografia terrestre (b) .....	24
Figura 1.5	- Câmara aérea analógica Zeiss RMK TOP 15.....	25
Figura 1.6	- Recobrimento longitudinal (a) e a visualização da superposição longitudinal (b) entre fotografias subsequentes.....	26
Figura 1.7	- Recobrimento lateral.....	26
Figura 1.8	- Restituídor analógico ZEISS, modelo Planicart, com mesa traçadora.....	27
Figura 1.9	- Imagem digital e sua forma matricial .....	30
Figura 1.10	- DMC (Digital Mapping Câmera) construída pela Z/I Imaging.....	30
Figura 1.11	- Scanner fotogramétrico.....	31
Figura 1.12	- Sistema de visualização 3D por separação espacial .....	33
Figura 1.13	- Estereoscópio de espelhos .....	34
Figura 1.14	- Composição da visão tridimensional pelo método do anaglifo e o óculos utilizado .....	35
Figura 1.15	- Óculos para o sistema de polarização passiva.....	35
Figura 1.16	- Óculos para o sistema de polarização ativa.....	36
Figura 1.17	- Da esquerda para a direita: estação fotogramétrica digital imageStation, kit SSK e restituidor analítico Planicomp .....	37
Figura 2.1	- Croqui da primeira área de estudo.....	40
Figura 2.2	- Croqui da segunda área de estudo .....	41
Figura 2.3	- Mosaico de fotografias do projeto RURAL .....	42
Figura 2.4	- Mosaico de fotografias do projeto Santiago de Compostela.....	43
Figura 2.5	- GNSS RTK Topcon (a) e acessórios (tripé e bastão).....	44
Figura 2.6	- Tela de abertura da versão integrada do E-FOTO (Gerenciador de projetos) .....	46
Figura 2.7	- Informação geral do projeto .....	47

Figura 2.8	-	Informações sobre o terreno (altitude, sistema de coordenadas, referencial geodésico e coordenadas do centro da área do projeto) .....	48
Figura 2.9	-	Informações sobre o sensor, obtidas no certificado de calibração da câmara fotogramétrica .....	49
Figura 2.10	-	Informações gerais sobre o voo, escala aproximada das fotografias e sobreposição longitudinal e lateral .....	49
Figura 2.11	-	Informações sobre as imagens que compõem o bloco de fotografias utilizadas no projeto.....	50
Figura 2.12	-	Entrada dos pontos de controle, verificação ou fotogramétrico .....	51
Figura 2.13	-	Módulo de orientação interior, em destaque a fotografia utilizada, o vetor dos parâmetros ajustados ( $x_a$ ) e as coordenadas das marcas fiduciais obtidas no certificado de calibração ( $x$ e $y$ ) e as coordenadas no espaço-imagem medidas (linha e coluna).....	52
Figura 2.14	-	Módulo de orientação exterior, em destaque a fotografia utilizada, o vetor dos parâmetros ajustados ( $x_a$ ) e os pontos de controle medidos, com suas respectivas coordenadas no espaço-objeto e no espaço-imagem...	54
Figura 2.15	-	Tela principal do módulo estereoplotter .....	55
Figura 2.16	-	Visualização do módulo estereoplotter do E-FOTO, juntamente com as duas fotografias, destacando o arquivo de dados criado no módulo de gerenciamento de projetos .....	56
Figura 2.17	-	Visualização tridimensional por separação espacial do modelo estereoscópico no módulo estereoplotter.....	57
Figura 2.18	-	Visualização tridimensional por anaglifo do modelo estereoscópico no módulo estereoplotter .....	58
Figura 2.19	-	Fluxograma de atividades desenvolvidas no E-FOTO .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	- Evolução tecnológica da fotogrametria .....	28
Tabela 1.2	- Classificação da Carta Topográfica, segundo o PEC .....	39
Tabela 3.1	- Coordenadas das marcas fiduciais em milímetros (certificado de calibração) e coordenadas das marcas fiduciais medidas no módulo de orientação interior da versão integrada do E-FOTO, para as fotografias 1809, 1810, 1811 e 1812 .....	62
Tabela 3.2	- Coordenadas das marcas fiduciais em milímetros (certificado de calibração) e coordenadas das marcas fiduciais medidas no módulo de orientação interior da versão integrada do E-FOTO, para as fotografias 1852, 1853, 1854 e 1855 .....	63
Tabela 3.3	- Coordenadas das marcas fiduciais em milímetros (certificado de calibração) e coordenadas das marcas fiduciais medidas no módulo de orientação interior da versão integrada do E-FOTO, para as fotografias 1866, 1867, 1868 e 1869 .....	63
Tabela 3.4	- Parâmetros da orientação interior obtidos com o E-FOTO, para cada fotografia do Projeto RURAL .....	63
Tabela 3.5	- Parâmetros da orientação interior obtidos com o LPS, sem a inclusão dos parâmetros adicionais das lentes, para cada fotografia que compõem o Projeto RURAL .....	64
Tabela 3.6	- Resultado do teste $t$ de Student.....	65
Tabela 3.7	- Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1866.....	65
Tabela 3.8	- Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1867.....	66
Tabela 3.9	- Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1868.....	66

Tabela 3.10 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1869.....	66
Tabela 3.11 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1852.....	66
Tabela 3.12 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1853.....	66
Tabela 3.13 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1854.....	67
Tabela 3.14 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1855.....	67
Tabela 3.15 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1809.....	67
Tabela 3.16 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1810.....	67
Tabela 3.17 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1811.....	68
Tabela 3.18 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 1812.....	68
Tabela 3.19 - Parâmetros da orientação exterior para cada fotografia do Projeto Rural, sem à inclusão dos parâmetros adicionais obtidos com o E-FOTO .....	68
Tabela 3.20 - Parâmetros da orientação exterior para cada fotografia do Projeto Rural, sem à inclusão dos parâmetros adicionais obtidos com o LPS .....	69
Tabela 3.21 - Resultado do teste $t$ de Student.....	69
Tabela 3.22 - Parâmetros da orientação interior obtidos com o LPS, com à inclusão dos parâmetros adicionais .....	70

Tabela 3.23 - Resultado do teste $t$ de Student.....	70
Tabela 3.24 - Parâmetros da orientação exterior obtidos com o LPS, com à inclusão dos parâmetros adicionais .....	71
Tabela 3.25 - As diferenças entre cada parâmetro da orientação exterior obtidos com E-FOTO e o LPS com à inclusão dos parâmetros adicionais.....	71
Tabela 3.26 - Resultado do teste $t$ de Student.....	72
Tabela 3.27 - Coordenadas dos pontos de verificação no espaço-objeto (E, N e H) medidos no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO, com seus respectivos desvios-padrão .....	73
Tabela 3.28 - Coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) dos pontos de verificação medidos com tecnologia de posicionamento por satélites e seus respectivos desvios-padrão .....	74
Tabela 3.29 - As diferença entre as coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) obtidas com tecnologia de posicionamento por satélite e o E-FOTO e a determinação do erro posicional .....	75
Tabela 3.30 - As diferenças entre as coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) obtidas com tecnologia de posicionamento por satélite e no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO .....	76
Tabela 3.31 - Resultado do teste $t$ de Student.....	77
Tabela 3.32 - Coordenadas no espaço-objeto dos pontos de verificação obtidos com o LPS .....	78
Tabela 3.33 - As diferenças entre as coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) obtidas com o LPS e no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO.....	79
Tabela 3.34 - Resultado do teste $t$ de Student.....	80
Tabela 3.35 - Coordenadas das marcas fiduciais no sistema fotogramétrico analógico (câmara padrão) e suas respectivas medidas no espaço-imagem para as fotografias 41705, 41706 e 41707 no módulo de orientação interior do E-FOTO .....	81
Tabela 3.36 - Coordenadas das marcas fiduciais no sistema fotogramétrico analógico (câmara padrão) e suas respectivas medidas no espaço-imagem para as fotografias 41738, 41739 e 41740 no módulo de orientação interior do E-FOTO .....	81
Tabela 3.37 - Parâmetros da orientação interior obtidos com o E-FOTO para cada fotografia do Projeto Santiago de Compostela .....	82

Tabela 3.38 - Parâmetros da orientação interior obtidos com o LPS para cada fotografia do Projeto Santiago de Compostela.....	82
Tabela 3.39 - Resultado do teste $t$ de Student.....	82
Tabela 3.40 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 41705.....	83
Tabela 3.41 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 41706.....	83
Tabela 3.42 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 41707.....	83
Tabela 3.43 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 41740.....	84
Tabela 3.44 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 41739.....	84
Tabela 3.45 - Identificação dos pontos de controle e suas respectivas coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) e no espaço-imagem em pixel (coluna e linha) e analógica (mm), para a fotografia 41738.....	84
Tabela 3.46 - Parâmetros da orientação exterior das fotografias do Projeto Santiago de Compostela obtidos com o E-FOTO .....	84
Tabela 3.47 - Parâmetros da orientação exterior para as fotografias do Projeto Santiago de Compostela obtidos com o LPS sem autocalibração .....	85
Tabela 3.48 - Resultado do teste $t$ de Student.....	85
Tabela 3.49 - Parâmetros da orientação interior para as fotografias do Projeto Santiago de Compostela obtidos com o E-FOTO após autocalibração da câmara fotogramétrica realizada no LPS .....	86
Tabela 3.50 - Parâmetros da orientação interior obtidos com o LPS para as fotografias do Projeto Santiago de Compostela após autocalibração da câmara fotogramétrica realizada no LPS .....	86
Tabela 3.51 - Resultado do teste $t$ de Student.....	87

Tabela 3.52 - Parâmetros da orientação exterior para as fotografias do Projeto Santiago de Compostela obtidos com o E-FOTO após autocalibração da câmara fotogramétrica realizada no LPS .....	87
Tabela 3.53 - Parâmetros da orientação exterior para as fotografias do Projeto Santiago de Compostela obtidos com o LPS após autocalibração da câmara fotogramétrica realizada no LPS .....	88
Tabela 3.54 - Resultado do teste $t$ de Student.....	88
Tabela 3.55 - Coordenada média dos pontos de verificação no espaço-objeto (E, N e H) medido no módulo estereoploter v1.64 do E-FOTO, com seus respectivos desvios- padrão .....	89
Tabela 3.56 - Coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) dos pontos de verificação medidas com tecnologia de posicionamento por satélite.....	90
Tabela 3.57 - As diferenças entre as coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) obtidas com tecnologia de posicionamento por satélite e o E-FOTO e a determinação do erro posicional.....	90
Tabela 3.58 - Coordenadas no espaço-objeto (E, N e H) dos pontos de verificação obtidas com o LPS.....	91
Tabela 3.59 - As diferenças entre as coordenadas obtidas com o LPS e no módulo estereoploter versão 1.64 do E-FOTO.....	92
Tabela 3.60 - Resultado do teste $t$ de Student.....	93

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
1	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	22
1.1	<b>Fotogrametria e suas fases</b> .....	22
1.2	<b>Imagem digital e suas resoluções</b> .....	29
1.3	<b>Métodos de visão estereoscópica</b> .....	33
1.3.1	<u>Separação espacial</u> .....	33
1.3.2	<u>Anaglifo</u> .....	34
1.3.3	<u>Separação radiométrica</u> .....	35
1.3.4	<u>Separação temporal</u> .....	36
1.4	<b>Estação fotogramétrica digital</b> .....	36
1.5	<b>Projeto E-FOTO</b> .....	37
1.6	<b>Classificação da Carta Topográfica no Brasil</b> .....	38
2	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	40
2.1	<b>Áreas de estudo</b> .....	40
2.2	<b>Materiais utilizados</b> .....	41
2.2.1	<u>Certificado de calibração</u> .....	42
2.2.2	<u>Fotografias aéreas</u> .....	42
2.2.3	<u>Pontos de controle</u> .....	43
2.3	<b>Metodologia</b> .....	44
2.3.1	<u>Determinação dos pontos de controle</u> .....	44
2.4	<b>Criação do projeto de mapeamento aerofotogramétrico no E-FOTO</b> .....	45
2.5	<b>Realização da orientação interior</b> .....	51
2.6	<b>Realização da orientação exterior</b> .....	52
2.7	<b>Utilização no módulo estereoplotter</b> .....	54
2.8	<b>Fluxograma de atividades no E-FOTO</b> .....	58
2.9	<b>Avaliação da influência dos parâmetros adicionais na determinação dos parâmetros da orientação interior e exterior na versão integrada do E-FOTO</b> ..	60
2.10	<b>Avaliação da influência da autocalibração na versão integrada do E-FOTO</b> .....	60

2.11	<b>Classificação da carta topográfica possível de ser produzida com as medidas fotogramétricas realizadas no módulo estereoplotter do E-FOTO segundo o PEC e a verificação se as medidas no E-FOTO são equivalentes ao sistema de posicionamento por satélite</b> .....	60
2.12	<b>Análise estatística</b> .....	61
3	<b>RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES</b> .....	62
3.1	<b>Projeto RURAL</b> .....	62
3.1.1	<u>Comparação das metodologias utilizadas na determinação dos parâmetros da orientação interior pelo E-FOTO e o software LPS, sem à inclusão dos parâmetros relativos as distorções das lentes da câmara fotogramétrica</u> .....	62
3.1.2	<u>Comparação das metodologias utilizadas na determinação dos parâmetros da orientação exterior pelo E-FOTO e o software LPS,sem à inclusão dos parâmetros relativos as distorções das lentes da câmara fotogramétrica</u> .....	65
3.1.3	<u>Comparação das diferenças entre os parâmetros da orientação interior obtidos no E-FOTO sem parâmetros adicionais e o software LPS, com à inclusão dos parâmetros relativos as distorções das lentes da câmara fotogramétrica</u> .....	69
3.1.4	<u>Comparação das diferenças entre os parâmetros da orientação exterior obtidos no E-FOTO sem parâmetros adicionais e o software LPS, com à inclusão dos parâmetros relativos as distorções das lentes da câmara fotogramétrica</u> .....	70
3.2	<b>Medição dos pontos de verificação no módulo estereoploter versão 1.64 do E-FOTO para avaliação da qualidade dos resultados segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica</b> .....	72
3.3	<b>Verificação se as medidas fotogramétricas realizadas no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO podem ser consideradas equivalentes às realizadas com tecnologia de posicionamento por satélite</b> .....	76
3.4	<b>Avaliação das metodologias utilizadas para a obtenção das coordenadas dos pontos de verificação no espaço-objeto, utilizando o módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO e o software LPS</b> .....	78
3.5	<b>Projeto Santiago de Compostela</b> .....	81
3.5.1	<u>Comparação das metodologias utilizadas na determinação dos parâmetros da orientação interior pelo E-FOTO e o software LPS, sem autocalibração</u> .....	81
3.5.2	<u>Comparação das metodologias utilizadas na determinação dos parâmetros da orientação exterior pelo E-FOTO e o software LPS, sem autocalibração</u> .....	83

3.5.3	<u>Verificação das diferenças entre os parâmetros da orientação interior obtida no E-FOTO, para o bloco de fotografias do Projeto Santiago de Compostela com autocalibração realizada no software LPS</u> .....	85
3.5.4	<u>Verificação das diferenças entre os parâmetros da orientação exterior obtida no E-FOTO, para o bloco de fotografias do Projeto Santiago de Compostela, com autocalibração realizada no software LPS</u> .....	87
3.6	<b>Avaliação da qualidade dos resultados das medições das coordenadas no espaço-objeto dos pontos de verificação no módulo estereoplotter versão 1.64, segundo o Padrão de Exatidão Cartográfica</b> .....	88
3.7	<b>Comparação das metodologias utilizadas na determinação das coordenadas no espaço-objeto dos pontos de verificação no módulo estereoplotter versão 1.64 do E-FOTO e no software LPS</b> .....	91
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	94
4.1	<b>Projeto Rural</b> .....	94
4.2	<b>Projeto Santiago de Compostela</b> .....	95
5	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	97
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	98
	<b>Apêndice A</b> - Matriz variância covariância dos parâmetros da orientação interior, obtidos com o E-FOTO, referente ao Projeto Rural .....	100
	<b>Apêndice B</b> - Matriz variância covariância dos parâmetros da orientação exterior, obtidos com o E-FOTO, referente ao Projeto Rural .....	104
	<b>Apêndice C</b> - Relatório do processamento com o LPS, sem a inclusão dos parâmetros relativos às distorções das lentes da câmara fotogramétrica, referente ao projeto Rural .....	108
	<b>Apêndice D</b> - Relatório do processamento com o LPS, com a inclusão dos parâmetros relativos às distorções das lentes da câmara fotogramétrica, referente ao projeto Rural .....	118
	<b>Apêndice E</b> - Matriz variância covariância dos parâmetros da orientação interior, obtidos com o E-FOTO sem a autocalibração da câmara fotogramétrica, referente ao projeto Santiago de Compostela .....	128
	<b>Apêndice F</b> - Matriz variância covariância dos parâmetros da orientação exterior, obtidos com o E-FOTO sem a autocalibração da câmara da fotogramétrica, referente ao projeto Santiago de Compostela .....	130

<b>Apêndice G</b> - Relatório do processamento com o LPS, sem a autocalibração da câmara fotogramétrica .....	132
<b>Apêndice H</b> - Matriz variância covariância dos parâmetros da orientação interior, obtidos com o E-FOTO com a autocalibração da câmara fotogramétrica, referente ao projeto Santiago de Compostela .....	141
<b>Apêndice I</b> - Matriz variância covariância dos parâmetros da orientação exterior, obtidos com o E-FOTO com a autocalibração da câmara fotogramétrica, referente ao projeto Santiago de Compostela .....	143
<b>Apêndice J</b> - Relatório do processamento com o LPS, com a autocalibração da câmara fotogramétrica .....	145
<b>Apêndice L</b> - Lista de coordenadas no espaço-objeto dos pontos de controle e de verificação medidos com tecnologia de posicionamento por satélite, referente ao Projeto Rural .....	151
<b>Apêndice M</b> - Lista de coordenadas no espaço-objeto dos pontos de controle e de verificação medidos com tecnologia de posicionamento por satélite, referente ao Projeto Santiago de Compostela .....	153
<b>Anexo A</b> - Certificado de calibração da câmara fotogramétrica, utilizada no Projeto Rural .....	156
<b>Anexo B</b> - Imagens fotogramétricas utilizadas no projeto Rural .....	161
<b>Anexo C</b> - Imagens fotogramétricas utilizadas no projeto Santiago de Compostela	173