

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÕES DA FOTOGAMETRIA ARQUITETURAL DIGITAL NA
DOCUMENTAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS – ESTUDO DAS OBRAS
DO BRIGADEIRO JOSEPH DA SILVA PAES, SÉC. XVIII**

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de
doutora em engenharia de produção e sistemas

Priscila von Altrock
Florianópolis – SC - 2004

**APLICAÇÕES DA FOTOGRAMETRIA ARQUITETURAL DIGITAL NA
DOCUMENTAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS – ESTUDO DAS OBRAS
DO BRIGADEIRO JOSEPH DA SILVA PAES, SÉC. XVIII**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de DOUTORA EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS e aprovada em sua forma final pelo
Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade
Federal de Santa Catarina

Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do curso

Banca Examinadora:

Carlos Loch, Dr. – Orientador

Roberto de Oliveira, Ph.D. – Moderador - UFSC

Pedro Dias, Dr. - Membro
Universidade de Coimbra

Dr. Jürgen Philips, Ing. – Membro - UFSC

Francisco Henrique de Oliveira, Dr.- Membro
UDESC

FLORIANÓPOLIS, SC – 2004

ALTROCK, Priscila von . Aplicações da Fotogrametria Arquitetural Digital na Documentação de Edificações Históricas – Estudo das Obras do Brigadeiro Joseph da Silva Paes, Séc. XVIII Florianópolis,2004. Tese - Curso de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch
Defesa Tese: 2004

Aos meus avós maternos

Hartwig von Altrock

(in memoriam) e

Cäcilie von Altrock

à minha mãe Carla von Altrock, quem devo a minha existência.

À minha filha Juliana, razão de estar viva

AGRADECIMENTOS

Por DEUS dar às pessoas o que elas acreditam. Por DEUS ter-me permitido chegar até aqui!

À minha mãe Carla von Altrock, pelos cuidados e amores dispensados durante estes anos a minha filha Juliana, sem o qual não poderia ter chegado a este estágio.

À Juliana por saber relevar minhas ausências, assim como meus avós.

Ao Prof. Dr. Carlos Loch, pelo direcionamento desta Tese, em especial pela amizade e dedicação.

Este trabalho jamais existiria se não fosse todo apoio do Prof. Dr. Pedro Dias, da Universidade de Coimbra/Portugal, a quem devo parte de minha vida profissional, e admiração profunda.

Um agradecimento muito especial aos amigos que conviveram comigo as tensões e angústias do dia-a-dia desta pesquisa.

Não posso deixar de agradecer a duas pessoas do Projeto Larus da Universidade Federal de Santa Catarina, Jorge Freitas e Alcides Dutra, os quais revelaram as centenas de microfilmes trazidos de Portugal.

A Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses (CNPDP), pelo patrocínio durante anos.

Ao CNPQ, pela bolsa de estudos e incentivo, sem o qual este trabalho não existiria.

Aos meus amigos espirituais em especial ao "Uhu"... meu carinho e muito obrigado por estar viva e terem me dado a força necessária em todos os momentos de minha existência, que esta força seja possível receber na continuidade de minha caminhada ...

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
SUMÁRIO	VI
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XVII
RESUMO	XVIII
ABSTRACT	XIX
CAPÍTULO 01 INTRODUÇÃO	1
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	3
1.3 Objetivos Geral e Específicos	5
1.3.1 Objetivo Geral	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 INEDITISMO	6
1.5 RELEVÂNCIA	7
1.6 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA	8
CAPÍTULO 02 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 ARTE / CULTURA	10
2.2 FOTOGRAMETRIA ARQUITETURAL	11
2.3 OBRAS DO BRIG. SILVA PAES EM PORTUGAL E BRASIL	17
2.3.1 Obras em Portugal	20
2.3.1.1 Palácio Real de Vendas Novas	20
2.3.1.2 Aqueduto das Águas Livres - Lisboa	22
2.3.2 Vinda para o Brasil e as Fortalezas analisadas por Silva Paes no Rio de Janeiro	24
2.3.2.1 Fortaleza de Santa Cruz	25
2.3.2.2 Fortaleza da Lagem	27
2.3.2.3 Fortaleza de São João	32
2.3.2.4 Fortaleza de Villegagnon	36

2.3.2.5	Fortaleza da Ilha das Cobras	38
2.3.2.6	Aqueduto da Carioca	43
2.3.3	Fortalezas projetadas por Silva Paes na Ilha de Sta. Catarina	46
2.3.3.1	Fortaleza Nossa Senhora da Conceição Ilha de Araçatuba	46
2.3.3.2	Fortaleza de Santo Antônio na Ilha de Ratonés	48
2.3.3.3	Fortaleza de São José da Ponta Grossa	50
2.3.3.4	Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim	53
2.3.3.5	Igreja Matriz da Ilha de Santa Catarina	58
2.3.3.6	Palácio Governo	54
2.3.4	Fortalezas construídas pelo Brigadeiro Silva Paes no Rio Grande de São Pedro	67
2.3.4.1	Forte da Vila - Jesus Maria José	69
2.3.4.2	Forte de São Miguel	70
2.3.4.3	Fortaleza de Sant'Ana	71

CAPÍTULO 03 ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TRABALHO 73

3.1	INTRODUÇÃO À METODOLOGIA	73
3.2	A QUESTÃO BÁSICA DA PESQUISA	75
3.3	INSTRUMENTOS UTILIZADOS	76
3.4	DELINEAMENTO DA PESQUISA	79
3.4.1	Calibração da Câmara Métrica	79
3.4.1.1	Planejamento do Processo de Calibração	79
3.4.1.2	Obtenção das Fotografias	79
3.4.1.3	Projeto de Calibração	79
3.4.1.4	Processo de Calibração	79
3.4.1.4.1	Escolha do Método de Projeção do Modelo	79
3.4.1.4.2	Tomada das Fotografias	81
3.4.1.4.3	Transferência para o meio Digital	83
3.4.1.4.4	Parâmetros Internos da Câmara	84
3.4.1.4.5	Folha de Papel para Projeção	84
3.4.1.4.6	Inserção das Fotografias	84
3.4.1.4.7	Marcação dos Pontos de Controle	84

3.4.1.4.8	Processando a Calibração	84
3.4.1.4.9	Resultado da Calibração da Câmara Métrica Pentax Executado na Suíça	84
3.4.2	Procedimento de Campo com Câmara Métrica Pentax Pams 645	85
3.4.3	Aquisição Dados nos Pontos de Controle na Fachada da Fortaleza	86
3.4.4	Escanerização	86
3.4.5	Processamento das Imagens SSK Imagestation	87
3.4.5.1	Compressão de arquivos	87
3.4.5.2	Estereoscopia	88
3.4.5.3	Restituição	89
3.4.5.4	Simulação de Consulta ao Banco de Dados Utilizando Microstation	90
3.5	CRITÉRIOS UTILIZADOS NA PESQUISA TECNOLÓGICA	90
3.5.1	Imagens Fotografadas com câmara métrica Pentax, escaneadas com resolução de 14 μ (foto 59 a foto 67)	91

CAPÍTULO 04 RESULTADOS INÉDITOS OBTIDOS ATRAVÉS DO RESTITUIDOR FOTOGRAMÉTRICO SSK IMAGESTATION

4.1	IMAGESTATION PHOTOGRAMETRIC MANAGEMENT (Gerenciador de Projetos para Fotogrametria)	97
4.1.1	Edição do Projeto	97
4.4.1.1	Dados Gerais	97
4.4.1.2	Colocação dos Parâmetros	98
4.4.1.3	Colocações Usuais	100
4.4.1.4	Pontos Usuais	102
4.1.2	Criação da Câmara	103
4.1.2.1	Geral	103
4.1.2.2	Dados da Câmara	104
4.1.2.3	Coordenadas Fiduciais	104
4.1.3	Edição dos Pontos de Controle	105
4.1.4	Edição das Fotos	106
4.1.4.1	Ativação das Fotos	106
4.1.4.2	Informações da Câmara	106

4.1.4.3	Informação da Orientação Exterior	107
4.1.5	Edição do Modelo	107
4.1.6	Edição dos Blocos	108
4.2	IMAGESTATION PHOTOGRAMETRIC DIGITAL MENSURATION ISDM (Medição Digital Fotogramétrica)	109
4.2.1	Orientação Interior (OI)	110
4.2.2	Orientação Relativa (OR)	120
4.2.3	Orientação Absoluta (AO)	129
4.3	IMAGESTATION FEATURE COLLECTION-ISFC (Biblioteca de Feições)	138
4.3.1	Criação e Edição das Feições	138
4.3.2	Principal (main)	141
4.3.3	Linear	142
4.3.4	Texto	144
4.3.5	Modelo (pattern)	145
4.3.6	Espaçamentos (spatial)	146
4.3.7	Digitalização (digitizing)	148
4.3.8	Point	149
4.4	IMAGESTATION STEREO DISPLAY-ISSD (Ferramenta de Restituição)	150
4.4.1	Mouse 3D para execução da restituição fotogramétrica	151
	CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO	157
	CAPÍTULO 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
	ANEXOS –DOCUMENTOS PESQUISADOS NO ARQUIVO HISTÓRICO ULTRAMARINO / PORTUGAL	163
	GLOSSÁRIO	180

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Fachada Principal do Palácio de Vendas Novas, atualmente escolade artilharia	22
FIGURA 02	Perspectiva do Aqueduto das Águas Livres de Lisboa. Desenho de R. Black, gravura T. Bowles (séc. XVIII)	23
FIGURA 03	Entrada da Barra do Rio de Janeiro, ao fundo o traçado urbano da cidade, o pontilhado demonstra a estratégia de segurança da cidade através das fortalezas.	24
FIGURA 04	Implantação da Fortaleza de Santa Cruz na entrada do porto na cidade do Rio de Janeiro.	26
FIGURA 05	Plano da Fortaleza de Santa Cruz	27
FIGURA 06	Fortaleza da Lagem na entrada da barra do Rio de Janeiro	29
FIGURA 07	Implantação Fortaleza da Lagem	30
FIGURA 08	Corte da Fortaleza da Lagem	30
FIGURA 09	Plantas e cortes da Fortaleza da Lagem	31
FIGURA 10	Plantas da Fortaleza da Lagem	31
FIGURA 11	Implantação da Fortaleza de São João na cidade do Rio de Janeiro	34
FIGURA 12	Plano da Fortaleza de São João	34
FIGURA 13	Fortaleza de São João na Barra do Rio de Janeiro	35
FIGURA 14	Fortaleza de São João	35
FIGURA 15	Planta da Fortaleza de Villegagnon	37
FIGURA 16	Fortaleza de Villegagnon na enseada do Rio de Janeiro	37
FIGURA 17	Primeira Fortaleza (Santa Margarida) construída na Ilha das Cobras	42
FIGURA 18	Fortaleza na Ilha das Cobras	42
FIGURA 19	Ilha das Cobras implantação e vistas	43
FIGURA 20	Planta e vista Aqueduto da Carioca no Rio de Janeiro	45
FIGURA 21	Canos do Aqueduto da Carioca no Rio de Janeiro	45
FIGURA 22	Ilha de Santa Catarina, cartografia séc.XVIII	46
FIGURA 23	Implantação Fortaleza Nossa Senhora da Conceição na Barra Sul	47

FIGURA 24	Vista Fortaleza de Nossa Senhora da Conceição na Barra Sul	47
FIGURA 25	Planta baixa e vistas da Fortaleza de Santo Antônio em Ratoles	49
FIGURA 26	Implantação e vista da Fortaleza de Santo Antônio em Ratoles	49
FIGURA 27	Vista Fortaleza de São José	50
FIGURA 28	Vista Fortaleza de São José II	51
FIGURA 29	Planta baixa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa	51
FIGURA 30	Implantação e Vista da Fortaleza de São José da Ponta Grossa	52
FIGURA 31	Implantação Fortaleza de Santa Cruz em Anhatomirim	53
FIGURA 32	Implantação Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim	54
FIGURA 33	Quartel da Tropa na Fortaleza de Santa Cruz na Ilha Anhatomirim	55
FIGURA 34	Pórtico na Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim	56
FIGURA 35	Vista da Fortaleza de Santa Cruz	57
FIGURA 36	Implantação e vistas apresentando Quartel da Tropa, Casa do Comandante, Igreja e Casa da Pólvora, além do Pórtico de Entrada.	57
FIGURA 37	Fachada da Igreja Matriz	59
FIGURA 38	Vista e corte da igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina	60
FIGURA 39	Planta baixa da Igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina	61
FIGURA 40	Planta baixa da Igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina II	62
FIGURA 41	Plantas baixas da Igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina III	63
FIGURA 42	Fachadas Casa do Governo	65
FIGURA 43	Plantas baixas Palácio do Governo	66
FIGURA 44	Palácio do Governo, imagem tirada no séc. XIX	66
FIGURA 45	Entrada do Rio da Prata	67
FIGURA 46	Entrada da barra do Rio Grande de São Pedro com suas fortificações	68
FIGURA 47	Barra e Porto de Rio Grande de São Pedro	68
FIGURA 48	Planta baixa Fortaleza Jesus, Maria e José	69
FIGURA 49	Perspectiva Forte de São Miguel	70
FIGURA 50	Implantação Colônia do Sacramento	72
FIGURA 51	Planta Topográfica/Implantação Praça Nova Colônia do Sacramento	72

FIGURA 52	Câmara analógica semi-métrica Pentax Pams-645 de médio formato	73
FIGURA 53	Estação total Zeiss Rec Elta 15C	77
FIGURA 54	<i>Scanner</i> de diapositivos SCAI da empresa ZEISS	77
FIGURA 55	Kit SSK, restituidor fotogramétrico	78
FIGURA 56	Modelo do slide para calibração da câmara	80
FIGURA 57	Locação dos pontos de controle	81
FIGURA 57	(Fotos 1 - 8) Posições da câmara	83
FIGURA 59	Foto 59 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	92
FIGURA 60	Foto 60 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	92
FIGURA 61	Foto 61 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	93
FIGURA 62	Foto 62 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	93
FIGURA 63	Foto 63 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	94
FIGURA 64	Foto 64 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	94
FIGURA 65	Foto 65 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	95
FIGURA 66	Foto 66 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	95
FIGURA 67	Foto 67 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.	96
FIGURA 68	Edição geral do projeto	97
FIGURA 69	Colocações dos parâmetros	98
FIGURA 70	Maximo Sigma aceitável para OI, OR e AO	100
FIGURA 71	Pontos Centrais utilizados na Orientação Relativa	101
FIGURA 72	Nome da câmara e tipo de filme	103
FIGURA 73	Informações sobre o filme	103
FIGURA 74	Valores das marcas fiduciais	104

FIGURA 75	Valores dos pontos de controle	105
FIGURA 76	Edição das fotos	106
FIGURA 77	Edição do Modelo	107
FIGURA 78	Edição dos Blocos	108
FIGURA 79	Seleção das fotos para execução da orientação interior	110
FIGURA 80	Foto 59 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma.	111
FIGURA 81	Resíduos em relação ao sigma, Foto 59 (orientação interior)	111
FIGURA 82	Foto 60 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	112
FIGURA 83	Resíduos em relação ao sigma, Foto 60 (orientação interior)	112
FIGURA 84	Foto 61 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	113
FIGURA 85	Resíduos em relação ao sigma, Foto 61 (orientação interior)	113
FIGURA 86	Foto 62 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	114
FIGURA 87	Resíduos em relação ao sigma, Foto 62 (orientação interior)	114
FIGURA 88	Foto 63 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	115
FIGURA 89	Resíduos em relação ao sigma, Foto 63 (orientação interior)	115
FIGURA 90	Foto 64 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	116
FIGURA 91	Resíduos em relação ao sigma, Foto 64 (orientação interior)	116
FIGURA 92	Foto 65 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	117
FIGURA 93	Resíduos em relação ao sigma, Foto 65 (orientação interior)	117

FIGURA 94	Foto 66 (orientação interior) com detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma	118
FIGURA 95	Resíduos em relação ao sigma, Foto 66 (orientação interior)	118
FIGURA 96	Foto 67 (orientação interior), detalhe onde apresenta a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma.	119
FIGURA 97	Resíduos em relação ao sigma, Foto 67 (orientação interior)	119
FIGURA 98	Seleção dos modelos para execução da orientação relativa	120
FIGURA 99	OR , Foto 59 +Foto 60, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	121
FIGURA 100	Resíduos em relação ao sigma, Foto 59+60 (orientação relativa)	121
FIGURA 101	OR, Foto 60+Foto 61, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	122
FIGURA 102	OR, Foto 61+ Foto 62, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	123
FIGURA 103	Resíduos em relação ao sigma, Foto 61+62 (orientação relativa)	123
FIGURA 104	OR, Foto 62+Foto 63, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	124
FIGURA 105	Resíduos em relação ao sigma, Foto 62+63 (orientação relativa)	124
FIGURA 106	OR, Foto 63+Foto 64, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	125
FIGURA 107	Resíduos em relação ao sigma, Foto 63+64 (orientação relativa)	125
FIGURA 108	OR , Foto 64+Foto 65, detalhes das fotos e sobreposição em stereo	126
FIGURA 109	Resíduos em relação ao sigma, Foto 64+65 (orientação relativa)	126
FIGURA 110	OR , Foto 65+Foto 66, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	127
FIGURA 111	Resíduos em relação ao sigma, Foto 65+66 (orientação relativa)	127
FIGURA 112	OR ,Foto 66+Foto 67, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.	128
FIGURA 113	Resíduos em relação ao sigma, Foto 66+67 (orientação relativa)	128
FIGURA 114	Seleção dos modelos para execução da orientação absoluta	129

FIGURA 115	Foto 59 + Foto 60 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	130
FIGURA 116	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 59 + 60 (orientação absoluta)	130
FIGURA 117	Foto 60 + Foto 61 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	131
FIGURA 118	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 60 + 61 (orientação absoluta)	131
FIGURA 119	Foto 61 + Foto 62 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	132
FIGURA 120	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 61 + 62 (orientação absoluta)	132
FIGURA 121	Foto 62 + Foto 63 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	133
FIGURA 122	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 62+ 63 (orientação absoluta)	133
FIGURA 123	Foto 63 + Foto 64 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	134
FIGURA 124	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 63 + 64 (orientação absoluta)	134
FIGURA 125	Foto 64 + Foto 65 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	135
FIGURA 126	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 64 + 65 (orientação absoluta)	135
FIGURA 127	Foto 65 + Foto 66 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	136

FIGURA 128	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 65 + 66 (orientação absoluta)	136
FIGURA 129-	Foto 66 + Foto 67 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.	137
FIGURA 130	Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 66 + 67 (orientação absoluta)	137
FIGURA 131	Abertura do arquivo para execução do ISFC	138
FIGURA 132	Entrada para criação e edição das feições	139
FIGURA 133	Criação de feições gráficas	140
FIGURA 134	Definição do tipo de feição	141
FIGURA 135	Códigos lineares da feição, mostrando o estilo da linha.	142
FIGURA 136	Códigos lineares da feição, mostrando a espessura da linha.	143
FIGURA 137	Códigos lineares da feição, mostrando o nível.	143
FIGURA 138	Edição das Características de Texto	144
FIGURA 139	Definição de hachuras	145
FIGURA 140	Simplificações das feições	147
FIGURA 141	Comando de digitalização	148
FIGURA 142	Parâmetros para feições pontuais	149
FIGURA 143	Entrada para Stereo Display, restituição no Microstation	150
FIGURA 144	Mouse 3D para execução da restituição	151
FIGURA 145	Seleção do modelo à ser restituído, com Feature Collection ativado	152
FIGURA 146	Modelo 3D, 59 + 60 à ser restituído com sobreposição de 60%	152
FIGURA 147	Modelo 3D, 60 + 61 à ser restituído com sobreposição de 60%	153
FIGURA 148	Modelo 3D, 61 + 62 à ser restituído com sobreposição de 60%	153
FIGURA 149	Modelo 3D, 62 + 63 à ser restituído com sobreposição de 60%	154
FIGURA 150	Modelo 3D, 63 + 64 à ser restituído com sobreposição de 60%	154
FIGURA 151	Modelo 3D, 64 + 65 à ser restituído com sobreposição de 60%	155
FIGURA 152	Modelo 3D, 65 + 66 à ser restituído com sobreposição de 60%	155
FIGURA 153	Modelo 3D, 66 + 67 à ser restituído com sobreposição de 60%	156

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAD	Computer Aided Design
DTM	Digital Terrain Model
GPS	Global Positioning System
ISDC	ImageStation DTM Collection
ISDM	ImageStation Digital Mensuration
ISFC	ImageStation Feature Collection
ISPM	ImageStation Photogrammetric Manager
ISSD	ImageStation Stereo Display
AO	Orientação Absoluta
OE	Orientação Exterior
OI	Orientação Interior
OR	Orientação Relativa
PHODIS SC	Phodis <i>Scanner</i> (SCAI) – modulo de escanerização

RESUMO

A importância e contribuição desta pesquisa não estão somente ligadas à ciência como para a história. Cabe um instigante trabalho ao contrapor o antigo e histórico, com o moderno e a alta tecnologia, desta maneira foi incluída nesta pesquisa, não apenas o resgate documental da obra de Silva Paes, mas também um método científico de registro de obras arquitetônicas, como estas realmente estão construídas.

Com o avanço tecnológico a fotogrametria digital tomou espaço e ganhou credibilidade; em especial à geração do material tridimensional pelo fato de ser uma representação mais detalhada das fachadas dos monumentos históricos (no caso desta pesquisa o material histórico analisado através desta ferramenta), retratando a situação real destas. Desta maneira ocorre a confrontação de projetos originais no caso das obras do Brigadeiro José da Silva Paes no séc. XVIII nas edificações e sua atual construção; foi analisada através da fotogrametria arquitetural digital apenas uma das construções existentes na Fortaleza de São José da Ponta Grossa na Ilha de Santa Catarina, no caso o Quartel da Tropa; como protótipo coerente à ser executado através do equipamento SSK ImageStation da Z/I, pois o mesmo foi desenvolvido para ser utilizado na fotogrametria aérea; obtendo-se resultados de qualidade geométrica tridimensional para os estudos das obras nos monumentos históricos.

PALAVRAS CHAVES: Brigadeiro Joseph da Silva Paes, documentação histórica do séc. XVIII, fotogrametria arquitetural digital, SSK ImageStation.

ABSTRACT

The importance and contribution of this research are not only linked to the science as for the history. An interesting work fits when opposing the old and historical, with the modern and the discharge technology, this way it was included in this research, not just the documental ransom of Silva Paes' work, but also a scientific method of registration of architectural works, as these is really built.

With the technological progress the digital photogrammetry took space and it won credibility; especially to the generation of the three-dimensional material, for the fact of being a more detailed representation of the facades of the historical monuments (in the case of the Thesis the historical material analyzed through this tool), picturing the real situation of these. This way it happens the confrontation of the original projects in the case of the works of Silva Paes' Brigadier José in the séc. XVIII in the constructions and your current construction; it was just analyzed through the architectural digital photogrammetry one of the existent constructions in Fortress of São José of Ponta Grossa in the Island of Santa Catarina, in the case the barracks of the troop; as coherent prototype to be executed through the equipment SSK ImageStaion of Z/I, because the same was developed to be used in the aerial photogrammetry . Being obtained results of three-dimensional geometric quality for the studies of the works in the historical monuments.

KEY WORDS: Brigadier Joseph of Silva Paes, century XVIII historical documentation, architectural digital photogrammetry, SSK ImageStation.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa seu principal enfoque está na fusão entre História da Arte versus Tecnologia, desta maneira possibilita um maior respaldo ao que se considera imprescindível à história de uma nação, ou seja, a preservação de seu patrimônio histórico, o qual é a história viva de seu povo.

A relevância do tema, através de seus registros originais do séc.XVIII e documentação em seus manuscritos, visam a preservação e conseqüente restauro através da tecnologia adotada nesta tese, ou seja a fotogrametria arquitetural, possibilitando a preservação do patrimônio arquitetônico e cultural de dois países, onde outrora Portugal pode ser considerado em seu apogeu do séc. XVI ao XVIII como a supremacia nas conquistas ultramarinas!

A tecnologia utilizada para o desenvolvimento do projeto foi baseada nas pesquisas realizadas em equipamentos e softwares fotogramétricos digitais desenvolvidos pela empresa Z/I – Zeiss/Intergraph; o sistema fotogramétrico digital (ImageStation), foi adquirido pela Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Na formulação da situação do problema, um importante esclarecimento no desenvolvimento da tese está na valorização do patrimônio histórico versus tecnologia, desta maneira será apresentada a obra do Brigadeiro Silva Paes e demonstrado a eficiência da técnica de restituição fotogramétrica para fins de estudos, análise e/ou tomada de decisões para intervenções em obras arquitetônicas históricas; apenas em uma das obras será executada a fotogrametria, motivo este da tecnologia adotada ser a mesma para as demais edificações.

A definição do problema está em demonstrar a aplicabilidade da fotogrametria arquitetural ao que se refere as obras pesquisadas do Brigadeiro Silva Paes, obras estas estudadas durante anos nos arquivos históricos de Portugal e Brasil, identificados os manuscritos do séc. XVIII sobre as obras de Silva Paes, os mesmos foram interpretados nas suas características; os anexos introduzidos ao final da tese referem-se na integra a

estes documentos, facilitando sua localização principalmente no Arquivo Histórico Ultramarino de Portugal.

Uma das principais motivações da tese através da fotogrametria está em documentar edifícios históricos ; não é possível registrar todas as informações sobre um edifício, torna-se necessário decidir que informação deve manter e o que ignorar. Porém, o poder da computação despertou e atraiu a possibilidade da perfeição; os documentos não são mais a única ferramenta de trabalho dos historiadores, arquitetos e arqueólogos, a fotogrametria digital acelerou o processo na identificação do edifício.

O desejo de transcrever um edifício em modelos digital força a pessoa analisar questões relacionadas à geometria, ao assunto, a cor , textura e luz, todas na mesma importância. Através desta pesquisa se estudam os métodos de construção da edificação, a necessidade de dados extremamente precisos foi evidenciada para executar análise comparativa em informação dimensional, a meta está em medir tão precisamente quanto permitam nossos instrumentos, o objetivo é produzir planos muito precisos, seções, elevações e detalhes que possam ser usados em análises comparativas.

As características dos projetos do Engenheiro Militar Joseph da Silva Paes, são traços com tendências Renascentistas, apesar do mesmo pertencer a época Barroca, isto se deve ao mesmo ser discípulo da época do renascimento.

A fidelidade da obra com o projeto nem sempre é visível , pois todas as obras arquitetônicas, sejam no Brasil ou exterior, possuem intervenções durante os séculos, desta maneira estilos arquitetônicos diferentes são visíveis, mesmo o Brigadeiro Silva Paes, possui como função prioritária com sua vinda ao Brasil executar remodelações arquitetônicas nas fortalezas para gerar maior segurança na defesa da Colônia chamada Brasil.

Existindo a consciência das remodelações durante os séculos nas obras arquitetônicas torna-se importante a catalogação de cada época para a execução das restaurações e preservação de seus monumentos, uma excelente ferramenta para estas questões é a fotogrametria arquitetural, atualmente digital podendo o resultado final ser mais rápido, na qual é possível saber milimetricamente suas dimensões, desta maneira receberem as obras restauros com precisão.

Serão demonstrados para a tese métodos e técnicas arquitetônicas assim como históricas utilizadas nas obras do séc. XVIII do Brigadeiro Silva Paes; análises estas inéditas ao que se refere as obras arquitetônicas completas do Brigadeiro; atualmente

apenas existem estudos parciais arquitetônicos ou históricos das obras acima citadas; ocorrerá a combinação do resgate de grandes arquivos históricos europeus e brasileiros somados com as atuais técnicas da fotogrametria arquitetural digital, desta maneira poderá ser observada a veracidade das obras obtendo contribuição científica na tese.

1.2 .JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Existem muitas razões para se registrar estruturas históricas, o trabalho de pesquisa em preservação e história arquitetônica envolve o edifício, o qual é a principal fonte de evidência para entender seu passado; para criar modelos fotogramétricos arquiteturais digitais os mesmos requerem a integração de tipos diferentes de equipamentos (estação total, estação fotogramétrica, *scanner* para diapositivos SCAI, que serão explicadas suas utilidades mais adiante) utilizando no caso desta tese o restituidor fotogramétrico SSK ImageStation.

A Carta de Veneza define a autenticidade histórica como valor fundamental para garantir a objetividade dos trabalhos de restauração, e salienta a importância dos levantamentos exatos e precisos dos monumentos, isto é, as medidas exatas dos mesmos em determinada época, de interesse estético, técnico ou histórico. Surge a importância da fotogrametria, principalmente digital, a qual gera resultados mais rápidos e precisos, torna-se possível obter precisões milimétricas em suas medidas; desta maneira é de fundamental importância para documentação científica de bens culturais, assim como para a análise e controle de deformações nas edificações.

Sabe-se da importância da preservação dos monumentos históricos, os quais fazem parte da história de nosso país, pois ajudam a manter vivas passagens importantes que marcaram o crescimento da nação. Ocorre por vezes a demora da percepção do valor que uma determinada obra possuiu no desenvolvimento de uma certa região, com o decorrer do tempo observa-se o valor perdido, em muitos casos ocorrerá poucas opções na sua reconstrução; por vezes a única solução será reconstruir de maneira simbólica o que foi destruído; ainda há muita história viva nas cidades brasileiras e, com o passar das décadas muita história à de ser construída. É neste sentido que se salienta a importância de possuímos ferramentas que nos ajudem na conservação e preservação dos monumentos históricos, os avanços tecnológicos existentes hoje tornam possível obter informações precisas quanto à forma, cor, dimensões, etc.

Segundo a Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS), a fotogrametria é definida como sendo "a arte, ciência e tecnologia de se obter informações seguras a respeito de objetos físicos e do meio, através de processos de registro, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia radiante eletromagnética e outro fenômeno". Precursora de todas as áreas da Fotogrametria, desde a segunda metade do século passado a fotogrametria arquitetural tem sido utilizada principalmente na documentação e preservação de edifícios antigos. Na reunião do ICOMOS (Comitê Internacional de Monumentos e Sítios) em Washington (1987) a técnica fotogramétrica foi apontada como a mais indicada para o levantamento arquitetônico preciso de monumentos e sítios históricos .

A recomendação do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios, ICOMOS, é que cada país constitua um arquivo fotogramétrico de seus monumentos históricos. A utilização da fotogrametria arquitetural aliada a bancos de dados contendo informações sobre os monumentos é sem dúvida um dos mais importantes instrumentos tecnológicos disponíveis para registro. É necessário tornar a fotogrametria arquitetural uma ferramenta de suma importância para a preservação de nossos monumentos históricos, os quais são as histórias vivas da Nação.

Os campos de aplicação da Fotogrametria estendem-se em função do desenvolvimento e aperfeiçoamento de suas técnicas que permitem atualmente a restituição gráfica contínua, homogênea e objetiva de objetos, monumentos, espaços urbanos e sítios arqueológicos.

A Presidência do Conselho de Ministros de Portugal, através da Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses entre os anos de 1990 a 1992, patrocinou as pesquisas historiográficas desenvolvidas pela autora do trabalho, tenham sido estas em Portugal Continental ou Insular. Uma questão importante a ser expressa está em um fato histórico ocorrido em Lisboa no ano de 1755; ou seja um violento terremoto destruiu em grande parte os valiosos documentos portugueses, desta maneira pesquisadores de todo o mundo desenvolvem suas pesquisas no território português patrocinados por seu governo com o intuito de resgatar a memória de um povo desbravador e conquistador em muitos continentes. Como praticamente nada existe escrito sobre o Brigadeiro Silva Paes no mundo, principalmente com relação a suas obras arquitetônicas o Prof. Dr. Pedro Dias, Historiador de Arte da Universidade de Coimbra/Portugal sugeriu que as pesquisas

fossem direcionadas para o Engenheiro Militar Silva Paes, devido parte de suas obras estarem no sul do Brasil.

Desta maneira mais uma vez reitera-se a importância da fusão entre a história da arte e a tecnologia, sendo escolhido a fotogrametria arquitetural digital para fazer parte do contexto na análise das obras do Brig. Silva Paes no Brasil e em Portugal.

1.3.- OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

1.3.1- OBJETIVO GERAL

Evidenciar a análise das obras arquitetônicas do Brigadeiro Joseph da Silva Paes no séc. XVIII, obras estas nunca estudadas na visão arquitetônica, sendo que uma de suas obras é analisada através do uso da fotogrametria arquitetural digital, utilizando-se o restituidor fotogramétrico “SSK ImageStation” , da Z/I; desta maneira ocorrerá a fusão da História com a Tecnologia.

1.3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar de maneira arquitetônica algumas obras do Eng. Militar Brig. Joseph da Silva Paes;

Documentar através da fotogrametria arquitetural estudos feitos sobre a época barroca nas obras do Brigadeiro Silva Paes;

Explorar o potencial do software, definindo a melhor utilização dele como por exemplo, estabelecer precisões de acordo com o grau de detalhamento e o uso desejado, fornecendo ferramentas para a documentação, conservação e preservação dos monumentos históricos;

Confrontar os resultados da restituição fotogramétrica, com os coletados nos bancos de dados históricos ;

Tornar possível a geração do modelo 3D da edificação com textura foto-realística utilizando o sistema SSK Imagestation;

Restituir os elementos arquitetônicos através da modelagem espacial, representando a realidade da edificação em meio digital.

1.4.-INEDITISMO

A originalidade do trabalho pode ser considerada pela adaptação de um equipamento para captação de imagens aéreas (ar-solo), para imagens terrestres (solo-solo). O restituidor fotogramétrico utilizado para tese, SSK ImageStation da Z/I, foi desenvolvido para trabalhos relacionados com as imagens aéreas, ou seja aerofotogrametria, utilização esta principalmente na cartografia. Quando no ano de 2000 em visita a empresa Zeiss (Alemanha), a qual produz o equipamento SSK, informaram que não seria possível adaptar o mesmo à fotogrametria terrestre ou arquitetural, porém com rotações de coordenadas foi obtido êxito no desenvolvimento do trabalho da tese.

Em um restauro é necessário decidir a que nível deve ser executado o mesmo, a fotogrametria arquitetural permite estabelecer o direcionamento destes restauros pois demonstra com precisão total seus detalhes.

A fotogrametria arquitetural no nível utilizado para esta pesquisa permite inclusive a avaliação dos materiais utilizados na época de sua construção, ou seja o tipo de material construtivo da época; desta maneira é possível analisar o mais compatível para ser utilizado no restauro, e o que isto implica na manutenção do valor do monumento.

Uma das principais questões do ineditismo da Tese está em fundamentar aos restauros brasileiros serem executados com maior precisão, pois perante os restauros mundiais o Brasil é considerado precário na tecnologia adotada, ou seja, poucos são executados com precisões milimétricas. Torna-se importante para nosso país que pesquisas aprofundadas sejam elaboradas sobre a edificação, e implantadas tecnologias de ponta para uma maior precisão nas obras de restauro.

Uma prova de confrontação na atual tese está no estabelecimento de questões relacionadas à análise de documentos históricos, obras executadas no caso do séc. XVIII com o que ainda está preservado atualmente, desta maneira é possível ser analisado minuciosamente se a construção existente está coerente com o projeto original ou não.

1.5. RELEVÂNCIA

Uma das principais questões executadas em relação à relevância desta tese está na pesquisa dos projetos originais do séc. XVIII do Engenheiro Militar Silva Paes seja em Portugal ou Brasil.

A pesquisa histórica através de seus documentos manuscritos, e a sua integração com novas tecnologias para avaliação das obras arquitetônicas, a qual comprova a fidelidade ou não na execução dos projetos, e em sua conservação.

A atual tese possui relevância ao que se estabelece que no Brasil pouco é utilizado a fotogrametria arquitetural para preservação do patrimônio histórico nacional.

Durante os anos de 1990 / 1992 a autora da tese estudou as obras do Brigadeiro Silva Paes (séc. XVIII) em Portugal continental e insular com patrocínio da Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses a qual estava diretamente ligada a Presidência de Ministros de Portugal, esta pesquisa foi interrompida por anos e retomada em 2002 quando a mesma esteve na Alemanha já executando seu doutoramento em fotogrametria arquitetural.

Por sugestão de professores doutores da Universidade de Karlsruhe/Alemanha a autora retomou suas pesquisas sobre o Engenheiro Militar, neste momento com bolsa de doutorado pelo CNPQ.

Centenas de microfilmes foram executados a partir dos documentos originais relacionados ao Brigadeiro Silva Paes, sejam estes projetos arquitetônicos ou textos do séc. XVIII, esta ainda é uma das poucas técnicas para se obter cópias de documentos originais antigos, com intuito que não se deteriorem.

A autora da tese através da Presidência do Conselho de Ministros possuía declaração para livre acesso aos arquivos históricos portugueses e principalmente as salas de acesso restrito, a partir disto foram pesquisadas centenas de caixas de documentos relacionados às obras arquitetônicas do Brigadeiro Silva Paes no Brasil e Portugal, poucos autores escreveram sobre a vida do Brigadeiro e com relação à análise arquitetônica de suas obras nunca foram estudados.

Em resumo a fidelidade da obra pode ser comprovada através da fotogrametria arquitetural. Na fotogrametria tem-se como resultado coordenadas em meio digital (x,y,z) que permitem gerar o modelamento 3D das imagens, podendo estes dados ser aplicados na simulação de ambientes virtuais para arquitetura.

1.6. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

A principal contribuição científica está na importância da tese em resgatar parte da história arquitetônica de nosso país, e através da tecnologia fotogramétrica arquitetural digital, auxiliar a decifrar questões mais profundas da arquitetura.

A pesquisa foi analisada desde o projeto arquitetônico do monumento, apresentando as características de sua época no séc XVIII quanto a influência das obras na história onde foram construídas, apresentando o relato destas na história sejam referentes ao local, região, ou país.

Acredita-se que os registros históricos do projetista se perpetuaram mais perante os séculos no Brasil do que em Portugal, e muito mais na Ilha de Santa Catarina, pelas fortificações existentes serem de total autoria do Brigadeiro.

Infelizmente no ano de 2003 pudemos presenciar verdadeiras tragédias no patrimônio arquitetônico brasileiro, ou seja, incêndios desastrosos ocorridos principalmente em igrejas de Minas Gerais. Se estas possuíssem registros de estudos fotogramétricos, muito mais facilmente poderiam ser restauradas, pela precisão desta tecnologia.

A fotogrametria arquitetural contribui na avaliação do monumento histórico devido ser possível obter precisão milimétrica ao que se refere as dimensões destes, também permitindo observar detalhes dos monumentos através dos equipamentos de alta resolução, detalhes estes praticamente invisíveis a olho nu.

Pode-se dizer que a importância da fotogrametria arquitetural no campo de trabalho do arquiteto no que se refere ao patrimônio histórico está na avaliação do sítio histórico até a análise de seus detalhes construtivos.

Outra questão importante à se ressaltar está na pesquisa historiográfica “in loco” nos arquivos nacionais e internacionais com relação aos seus manuscritos originais do séc.XVIII, os quais são demonstrados integralmente na bibliografia, apresentando suas localizações nos respectivos arquivos.

O enfoque na pesquisa das obras do Brigadeiro Silva Paes no contexto arquitetônico favorece a importância dos dados para revitalização, permitindo maior exatidão no momento de se executar o restauro das obras, principalmente por existir além dos dados históricos a questão fotogramétrica de suas edificações, onde amplia consideravelmente a precisão na revitalização histórica. Resumindo este parágrafo, uma

fantástica importância da fotogrametria na arquitetura demonstrada nesta tese, está no enfoque como técnica para obtenção de maior precisão no restauro das obras de arte.

Considerando a beleza e importância das obras de arte outra importante contribuição científica está, primeiramente por ser a época barroca a primeira época de manifestação artística em nosso país, obras executadas entre a época de nosso descobrimento e a época barroca, ou seja o renascimento, não mais existe ou foram alteradas; a escolha deve-se também pela existência da liberação espacial e mental por parte dos artistas do séc. XVIII, até então não ocorrida, a fusão dos espaços externos e internos, as formas estáticas são superadas e a arquitetura orgânica é evidente.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PRESERVAÇÃO DA ARTE E CULTURA

Para CHISHOLM (1981), ter consciência ambiental não significa somente preservar o meio ambiente, mas também centros históricos, segundo a tendência contemporânea de manter a identidade do lugar e conservar a história que cada sítio físico tem em particular. Deste modo, preserva-se a memória do povo para que nova geração possa desfrutar da beleza, tradição e cultura.

De acordo com o Artigo 1º do Decreto nº 80.978, de 12 de dezembro de 1977, o qual promulga a convenção relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, define-se patrimônio cultural através de monumentos, conjuntos e lugares notáveis. Os primeiros seriam tanto obras arquitetônicas, escultóricas ou pictóricas, como elementos ou estruturas de natureza arqueológica, incluindo também inscrições, cavernas e grupos de elementos, que teriam um valor excepcional do ponto de vista da história, arte ou ciência. Já os conjuntos constituir-se-iam de construções isoladas ou em grupo, que, em virtude de sua arquitetura, unidade ou integração na paisagem, também teriam um valor universal. Lugares notáveis, por sua vez, seriam as obras do homem ou aquelas conjugadas com a natureza, que teriam valor histórico, estético, etnológico ou antropológico.

De acordo com BOLLA, uma técnica que responde as necessidades apresentadas é a da fotogrametria arquitetural, que dá aos levantamentos arquitetônicos todo o rigor científico exigido hoje em dia para os documentos sobre os quais se apoiarão as operações de conservação, restauração e proteção. Os campos de aplicação da fotogrametria estendem-se em função do desenvolvimento e aperfeiçoamento de suas técnicas, que permitem atualmente a restituição gráfica e objetiva de objetos, monumentos, espaços urbanos e sítios arqueológicos.

Além da representação gráfica dos monumentos, a Carta de Veneza recomenda que informações descritivas adicionais também sejam documentadas, ou seja que se elabore um banco de dados sobre o monumento. Este banco de dados é composto portanto de informações gráficas (ou geométricas) e informações não gráficas (descritivas). Um banco de dados corresponde a uma coleção de informações sobre

vários fenômenos e suas correlações, e os itens armazenados precisam ter a possibilidade de serem acessados e analisados. O objetivo de armazenar e manter informações em um banco de dados é o de relacionar fatos e situações que foram previamente selecionadas e separadas.

A presença de obras de arte é sempre caracterizadora de um contexto cuja historicidade manifesta, uma vez que é o contexto que determina as idéias de espaço e de tempo, estabelecendo uma relação positiva entre indivíduo e ambiente, descaracterizar o ambiente destituindo-o das suas presenças artísticas tradicionais é uma maneira de favorecer as neuroses coletivas, que se exprimem, mais tarde, em atos de rejeição da civilização histórica, que vão desde o pequeno vandalismo e o banditismo organizado até os fenômenos macroscópicos de violência e de terrorismo, sabe-se que este é o preço a ser pago pelo não desejado triunfo da sociedade de consumo.

Para o mesmo autor, a desambientação dos monumentos, isolados nos contextos sociais, acopla-se o distanciamento das obras de arte das sedes originais: as obras são encaminhadas nos diversos canais, elas são adulteradas, transformadas por restaurações vulgares, praticamente destruídas. A restauração como procedimento científico de pesquisa, não deve ser remédio para danos sofridos, nem restituição de uma juventude perdida, mas determinação da consistência real da obra, da forma como nos é dado alcançar graças a nossas metodologias e a nossos equipamentos científicos.

Em séculos anteriores os levantamentos de edificações históricas, preocupavam-se mais com o registro das formas e sua estética do que com a precisão e autenticidade de sua construção; a crescente preocupação dos monumentos históricos relacionados com a preservação da identidade cultural vem de anos onde se observa a elaboração da Carta de Veneza em 1964, a qual até hoje é considerada uma base da restauração contemporânea.

2.2. FOTOGRAMETRIA ARQUITETURAL

Após alguns anos do invento da fotografia, foi evoluindo em 1839 a fotogrametria a curta distância ou arquitetural. Em 1858, Meydenbauer na Alemanha, fez ensaios para realizar o levantamento de obras arquitetônicas, pelo procedimento da interseção fotogramétrica, baseada em duas vistas fotográficas da obra.

Com relação a definição e aplicação da fotogrametria segundo KRAUS (1992) é a arte e a ciência de determinar a posição e a forma de objetos provenientes de fotografias. A fotogrametria permite a reconstrução dos objetos e a determinação de algumas de suas feições sem tocar nos mesmos; os produtos podem ser criados em modernos instrumentos, como digitalizador tridimensional, que se encontram acoplados a microcomputadores com alta capacidade de armazenamento.

A introdução do processamento digital de dados trouxe uma mudança em distintas áreas do conhecimento, e a fotogrametria não deixou de ser uma delas (ACKERMANN, 1995). Através da evolução do processamento digital levou-se a cabo a implantação de formulações analíticas já existentes; executados em computadores de pequeno porte, uma nova corrente de softwares de restituição fotogramétrica de baixo custo permite agora também ao não-fotogrametrista a modelagem 3D de objetos.

De acordo com CAPANNI & FLAMIGNI (1996) os softwares fotogramétricos, conhecidos como restituidores fotogramétricos digitais, têm tido uma larga aceitação no mercado devido a flexibilidade de operação, extensão do campo de aplicação e integração com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A fotogrametria arquitetural tem numerosos atributos positivos nos registros arquiteturais, que segundo DALLAS (1996) são:

- provê um nível homogêneo do registro em uma fachada completa ou estrutura, sendo independente do nível de detalhes destas;
- provê precisão definida em toda a fachada;
- os resultados podem ser providos rapidamente;
- a captura direta dos dados digitais é ideal para ingressá-los nos sistemas de desenho assistido pelo computador (CAD- Computer Aided Design);
- permite a produção direta dos dados em 3D;
- a visão estereoscópica provê mais informação que a convencional fotografia pictórica.

Não somente a fotogrametria arquitetural é utilizada para a documentação fotográfica de um edifício, mas também é um método excelente, segundo GOMES et al. (1999) para:

- acompanhamento de obras de restauro, permitindo orçamentos mais reais do que especulativos;
- redução de custos diretos da obra, bem como de certos custos administrativos;

- permite acompanhamentos e avaliações de cronogramas de obras.

Existem trabalhos que exemplificam as diferentes áreas de ação da fotogrametria na arquitetura, seja na documentação como na extração de medidas da informação registrada em fotografias, como exemplo:

- Administração, planejamento e análise de edificações individuais ou em conjunto;
- Edificações históricas e arqueológicas (visualização, preservação, restauração e revitalização);
- Sistemas de informação;
- Modelos virtuais em 3D (internet, multimídia, etc);
- Perícias estruturais ou de áreas danificadas;
- Interiores (adequação das funções do espaço, tons e texturas)
- Detalhes arquitetônicos,
- Obras de arte (pinturas, esculturas, mosaicos).

As aplicações da fotogrametria terrestre ou arquitetural são amplas, cada dia surge novos trabalhos, principalmente porque as potencialidades da fotogrametria a curta distância para a solução de problemas de medições e observações são os seguintes:

- o objeto não precisa ser tocado durante a medição;
- a aquisição da informação é rápida;
- não somente objetos fixos, mas deformações e movimentos podem ser medidos;
- perfis complicados são facilmente levantados.

As características acima possibilitam pois que objetos frágeis e de forma instáveis sejam medidos e controlados segundo KARARA (1998).

Os trabalhos de fotogrametria para estudos preliminares de restauração no inventário e em pesquisa de história da arte são levantamentos primordiais, os levantamentos precisos são empregados na documentação da arquitetura, ou seja na história e evolução das construções. Por ser a técnica digital de fotogrametria rápida, esta entrará no processo como uma variável fundamental, sendo possível determinar o estado de conservação ou restauração.

São empregados levantamentos de alta precisão, cujas vantagens com o método tradicional são principalmente: riqueza de detalhes, plantas em escalas variadas, desenhos em tamanhos originais, ou ampliações para detalhes especiais; rápida aquisição de dados, alta precisão em toda a planta. Um levantamento por fotogrametria

terrestre pode ser separado em duas fases distintas: a aquisição da informação e o processo da informação.

Dependendo do nível de detalhamento, existe a necessidade de se utilizar diferentes softwares; o restituidor fotogramétrico SSK Image Station (utilizado para atual tese) além de receber imagens digitais recebe imagens fotografadas em câmaras semi-métricas cujos negativos são escaneados por um equipamento de alta resolução podendo chegar à 7μ . A decisão da escolha dos equipamentos está na necessidade final de precisão, sendo que no caso do ImageStation esta poderá ser submilimétrica.

A restituição fotogramétrica é definida como o processo para a obtenção da representação gráfica ou numérica de uma superfície ou de um objeto fotografado. O processo é efetuado através de fotografias devidamente orientadas (orientação interior, relativa e absoluta), das quais extrai-se as feições desejadas. O produto da restituição é denominado de original fotogramétrico, sendo obtido com auxílio de instrumental apropriado e técnicas específicas.

O método de estereorestituição é baseado na utilização simultânea de duas fotografias de um mesmo objeto, porém, obtidas com centros de perspectiva diferentes. Estas fotografias devidamente combinadas produzem a sensação da visão tridimensional, resultado de uma ilusão ótica; esta ilusão ótica é criada pelo princípio da visão estereoscópica, onde a imagem de um objeto é formada pela convergência dos eixos óticos dos olhos.

Os aparelhos estereorestituidores são produzidos de maneira similar à visão humana e permitem a reconstrução dos raios que formam a imagem. Estes aparelhos são formados por dois projetores que após reconstruírem a posição da câmara na tomada das fotografias, formam um modelo tridimensional do objeto fotografado.

Fotografias de Pequeno Formato –FAPEFs, podem ser aéreas ou terrestres, obtidas através de câmaras fotogramétricas com distância focal fixa, marcas fiduciais (pontos de referência definidos pelo certificado de calibração da câmara e medidos sobre cada foto para definir o sistema de coordenadas de câmara); ou então, é possível utilizar câmaras fotográficas comuns de alta qualidade, para as quais se exige uma série de trabalhos extras para que se possa obter as medidas fotogramétricas. O termo Fotogrametria Arquitetural vem do fato que esta ferramenta é muito utilizada para a avaliação de monumentos arquitetônicos, podendo-se usar tanto fotografias aéreas como terrestres.

Segundo N. YASTIKLI, Z. ALKIS (CIPA-2003) a conservação de edifícios históricos, sendo parte importante da herança cultural, determinando as fachadas de edifícios históricos é um das operações principais da fotogrametria. Edifícios históricos normalmente são caracterizados por geometria irregular, superfície muito complexa. Neste contexto, fotogrametria é inevitável e foi prosperamente por muitos anos usado para documentação de herança cultural. Fotogrametria digital é atualmente um sistema efetivo que provê vetor e tipo de dados de raster. Este método também está permitindo reconstrução métrico-morfológica de herança cultural, além do que podem ser arquivadas as documentações em papel ou computador.

Como exemplo de trabalhos executados mundialmente, segundo T. Vogtle, K. Ringle, M. Mutto, H. P. Bahr, M. Pfanner, F. Zens, M. Maischberger.(CIPA-2003) em trabalho apresentado através da fotogrametria arquitetural, o famoso Portão do Mercado de Miletus foi transportado para o Museu de Pergamon (Berlim, Alemanha) em 1907/08 e reconstruído dentro do museu em 1928/29. o Portão do Mercado histórico mostra alguns danos, e o próprio edifício tem que ser restabelecido. Uma documentação do estado desta herança arquitetônica e arqueológica é necessária como uma base para cartografia dos danos e atividades de restauração subseqüentes. Devido à estrutura arquitetônica complexa e a variedade de ornamentos no Portão do Mercado de Miletus uma aproximação fotogramétrica foi selecionada. Durante uma campanha de aquisição de 2 semanas o Portão do Mercado estava coberto por mais de 100 modelos estereoscópicos; uma precisão alta de $\pm 5\text{mm}$ foi requerido para pontos de objeto e linhas; mais de 200 pontos de controle foram medidos a uma precisão de $\pm 3\text{mm}$.

Com relação à fotogrametria arquitetural a Universidade Federal de Santa Catarina estabeleceu convênio bilateral com a Universidade de Karlsruhe da Alemanha, onde foram desenvolvidos anos de pesquisas, utilizando-se, de uma câmara métrica na forma horizontal, obtendo-se as fotos das fachadas dos prédios das universidades.

Desta parceria com a Alemanha fez-se a avaliação de grande parte do sítio histórico de Laguna/SC, gerando-se o modelo 3 D com fotorealística de todos os prédios levantados daquela zona urbana. Como referências bibliográficas pode-se citar a tese de doutorado do Engenheiro Luiz Ernesto Renuncio realizada na Universidade de Karlsruhe e a dissertação da arquiteta Fabíola Westphal que desenvolveu suas pesquisas na pós-graduação da Engenharia Civil da UFSC.

Ainda dentro de experiências Internacionais neste campo, desenvolveu-se um projeto de pesquisa visando a geração de Sistemas de Informações para a gestão do Campus Universitário da UFSC de Karlsruhe, onde foram realizadas várias aplicações da Fotogrametria terrestre, com aplicações desde a avaliação de prédios individuais até a geração do modelo 3D de todo o campus, o que são elementos de vital importância para a administração da Universidade. Ainda hoje estão sendo desenvolvidas outras dissertações que utilizam dados gerados pela câmara de pequeno formato para diferentes aplicações desde geração de dados para gerenciamento de campus universitário até no planejamento urbano.

Importante salientar alguns trabalhos desenvolvidos em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC e Universidades da Alemanha, tendo a Fotogrametria como ferramenta principal, como se verifica em:

WESTPHAL (1999), que desenvolveu um modelo espacial com textura fotorealística de uma área piloto do Centro Histórico do Município de São José - SC em ambiente VRML, simulando intervenções planejadas sobre esta área de acordo com o que prevê o Plano Diretor para a zona urbana em estudo, a partir de fotografias obtidas com câmara fotogramétrica analógica e digitalizadas em *scanner* de precisão;

RENUNCIO (2000), que desenvolveu um banco de dados cadastrais em ambiente VRML, associado a imagens digitalizadas em *scanner* de precisão, de fotografias obtidas com câmara fotogramétrica analógica de médio formato, da região em torno da Praça de Anita Garibaldi, no Centro Histórico de Laguna - SC;

LANDES (1998), que desenvolveu o modelo tridimensional do Campus da Universidade de Karlsruhe em ambiente VRML, a partir de imagens digitais obtidas, de fotografias, com câmara fotogramétrica analógica de médio formato associado a um banco de informações;

PHILIPS (1995) que apresentou o software PHIDIAS (Photogrammetric Interactive Digital Adjustment System), desenvolvido pela Universidade Técnica de Aachen - Alemanha. O Sistema Phidias é um restituidor fotogramétrico que realiza a restituição de edificações através de imagens obtidas de fotografias convergentes, digitalizadas em *scanner*, que integra o processo de medição fotogramétrica dentro de um ambiente CAD

2.3. OBRAS BRIGADEIRO SILVA PAES EM PORTUGAL E BRASIL

Antes de iniciar a parte histórica da arquitetura das obras do Brigadeiro Silva Paes, torna-se importante fazer uma introdução para esclarecer questões referentes a estes dados; durante os anos de 1990 a 1992 buscou-se registros originais nos acervos históricos referentes aos dados dos projetos do Brigadeiro em Portugal e Brasil.

Os resgates dos projetos arquitetônicos foram salvos dos originais que se encontram principalmente no arquivo Ultramarino de Lisboa, um item importante desta pesquisa está na importância da busca e fidelidade das informações. Os acervos dos arquivos históricos encontram-se em excelentes condições, principalmente em Portugal por existirem especialistas nos arquivos executando periodicamente a manutenção dos documentos.

Durante os séculos, todas as obras arquitetônicas sofrem modificações do original principalmente ampliações, por isto em um restauro é necessário esclarecer o que será restaurado na obra e nesta qual a datação do que será restaurado, com o objetivo de resgatar e obter a qualidade da informação original. No caso das obras do Brigadeiro Silva Paes o que atualmente encontra-se mais fiel aos projetos originais está na Ilha de Santa Catarina, motivo este de ter sido escolhido como protótipo ao trabalho de fotogrametria arquitetural o quartel da Tropa na Fortaleza de São José da Ponta Grossa; desta maneira com a utilização da fotogrametria será possível armazenar os dados obtidos com as coordenadas tridimensionais, e gerar em escalas convenientes plantas para execuções de restauros.

Na seqüência será apresentado o resumo das obras do Brigadeiro com suas características históricas.

Com relação a questão histórica da presente tese, para entender o que ocorreu no séc. XVIII com relação as obras relacionadas ao Brigadeiro Silva Paes, será lembrado séculos anteriores, assim no séc. XVI, Bulas Papais e anteriormente o Tratado de Tordesilhas (1494) dividiram entre portugueses e espanhóis as terras a serem descobertas no Ocidente. No ano de 1534 ocorreu a divisão do Brasil em Capitânicas Hereditárias que iam de Belém do Pará à Laguna no estado de Santa Catarina, cujos limites ao sul do território brasileiro passavam quase sobre a Ilha de Santa Catarina.

A França não aceitando a partilha do Tratado de Tordesilhas, mandou seus corsários as costas brasileiras, onde passaram a negociar livremente. Devido a fraca defesa nessa época, resolveram ter a posse permanente em 1555 com criação da França Antártica no Rio de Janeiro, esta tomada pela armada de Villegaignon.

A partir das questões acima descritas ocorre desde a cidade do Rio de Janeiro até o sul do Brasil a necessidade de existirem fortalezas no litoral, para melhor defesa de nosso território, desta maneira no século XVIII o Brigadeiro Silva Paes é enviado ao Brasil. Anteriormente as datas citadas a preocupação estava na defesa de nosso território da cidade do Rio de Janeiro ao nordeste e norte do país; o início do povoamento Português não atingiu o sul do Brasil por vários motivos:

- Proximidade da costa norte com a metrópole;
- Certeza de serem aquelas terras portuguesas (devido ao tratado de Tordesilhas);
- Incidência do pau-brasil e cana de açúcar,
- O fracasso da Capitania de Santana (hoje litoral paranaense, cujo donatário Martim Afonso de Souza, abandonou-a e voltou à Portugal).

Já no ano de 1711 o Sargento-Mor Manuel Gonçalves Aguiar dizia ser impossível defender a entrada do porto da Ilha de Santa Catarina, por ser possível desembarcar em qualquer das suas múltiplas e excelentes praias; então Gomes Freire (Governador do Rio de Janeiro) no ano de 1737 mandou Silva Paes fortificar a Ilha de Santa Catarina, também ocorrendo a fundação do Forte Jesus Maria José no Rio Grande, em 1739 chegou Silva Paes a Ilha de Santa Catarina e iniciou a construção de fortificações, três na barra norte e uma na barra sul; também o Brigadeiro Silva Paes construiu a Casa do Governo e deixou iniciada a Igreja Matriz.

Vários autores repetem a história, *"Pela distância entre as fortalezas, as baterias principais de tiro são baixas não conseguindo que os tiros se cruzem, podendo os navios passarem entre elas. Também se alguma das fortalezas fosse atacada, não faria vigorar a resistência e dificilmente conseguiria retirar com brevidade da ilha a guarnição"*. Porém devido as águas entre as ilhas possuir baixio, Silva Paes acreditava que as embarcações precisassem aproximar-se das fortalezas as quais seriam atingidas. Analisando as Fortalezas da Ilha de Santa Catarina nota-se algumas características como:

- 1) Vértices possuem guaritas circulares;
- 2) Muralhas em alvenaria de pedra;

3) Capelas simples com apenas uma nave, como o terreno é acidentado executou-se escarpas para conseguirem partes planas.

A estratégia militar para a cidade do Rio de Janeiro é semelhante a da Ilha de Santa Catarina devido a entrada das baías; as mesmas eram fortificadas com o intuito de bloquear em vários pontos o inimigo; outra característica muito usada no séc. XVIII são os frontões de entrada principal das fortalezas com o formato triangular a qual retrocedem a uma característica clássica .

Será abordado agora ao que se refere a vida e obra do Brigadeiro José da Silva Paes, o mesmo nasceu em Lisboa, onde tirou diploma de engenheiro a 17 de fevereiro de 1701; apresentou-se ao embarque na esquadra do Tejo o qual foi incluído no quadro de oficial do Regimento da Armada, possuiu o posto de ajudante de Capitão Engenheiro, tendo a missão de inspecionar as várias embarcações da esquadra; no mesmo ano foi para a província de Alentejo auxiliando na construção das fortificações.

Por ordem real foi à Ilha Terceira examinar o novo porto da cidade de Angra e os mais das ilhas nos Açores, levantando a planta dos mesmos e das respectivas fortificações, demonstrando o estado destas e indicando as obras que necessitavam; possuía excelente folha de serviço à coroa portuguesa seja no Continente Europeu, seja nas Ilhas dos Açores. Em 1720 estudou a situação do porto da cidade de Angra; 1728 trabalhou no Palácio de Vendas Novas, construído para troca das princesas (será abordado o fato posteriormente) obra em que o Eng. Custódio Vieira colaborou (elaborador do Aqueduto das Águas Livres de Lisboa). Silva Paes iniciou suas atividades nas obras do Aqueduto das Águas Livres em 1730 até 1732, onde a colaboração que deu à obra é dificilmente individualizável, pois desde o início se ligou a Manuel Maia e Azevedo Fortes (Engenheiro-Mor do Reino), de quem recebeu grande formação e direção como base da profissão militar.

O Conselho Ultramarino remetia ao seu exame parecer de plantas, contas, orçamentos, enviados pelos governadores das possessões portuguesas na América; muitas vezes fazia novas plantas por sua conta e assim D. João V colocou Silva Paes no quadro do governo do Brasil; nomeado para inspecionar e melhorar as fortificações, substituindo também em seus impedimentos Gomes Freire de Andrade no governo do Rio de Janeiro; nesta cidade possuía posto de Brigadeiro de Infantaria, dia 02/03/1735 chegou ao Rio de Janeiro e a 12 do mesmo mês assumiu o novo cargo.

Enviado para o Brasil, onde foi governador do Rio de Janeiro, atingiu o posto de Brigadeiro dos exércitos de Sua Majestade, projetando planta da fortaleza de São José na Ilha das Cobras (Rio de Janeiro); revisou e ampliou as fortalezas do Rio de Janeiro; estudou o sistema de fortificação do porto de Santos, atendeu em duas expedições à Colônia do Sacramento; estabeleceu o forte "Jesus, Maria, José", origem da atual cidade do Rio Grande e ainda governou a capitania da Ilha de Santa Catarina.

Adoeceu em 1748, pediu substituto para recolher-se à Lisboa, em 02/ 02/ 1749 deixou o Governo de Santa Catarina e em 20/ 03/ 1749 regressou à Lisboa, sendo nomeado Sargento-Mor de Batalha.

Apesar de muitas vezes citar datas que não se referem a Silva Paes, será importante relevar datas anteriores e posteriores para melhor compreender o que aconteceu com muitas fortalezas por ele remodeladas

2.3.1 OBRAS EM PORTUGAL

2.3.1.1 Palácio Real de Vendas Novas

O projeto e execução do Palácio Real de Vendas Novas deve-se ao fato de no séc. XVIII haver ocorrido o que foi chamado “Troca das Princesas”, D.João V rei de Portugal firmou com Felipe V da Espanha a união dos herdeiros das coroas destes países, D Maria Bárbara de Bragança com D. Fernando de Bourbon ; D. José (príncipe do Brasil) com D. Mariana Vitória de Bourbon, a finalidade desta edificação seria para acomodar o séqüito real, em sua ida e volta de Lisboa à Badajoz (Espanha), era uma nobre paragem nas terras portuguesas de Vendas Novas.

O início das obras ocorreu em Abril de 1728, cujo desenho não se sabe ao certo a qual arquiteto da Casa Real pertenceu, ao italiano Antônio Cannevari ou o Arquiteto alemão Johan Frederick Ludwig.

Apesar do projeto não ter sido executado pelo então Coronel de Engenharia Silva Paes, a superintendência sempre esteve sob o seu comando, segundo ele o terreno era ruim, também havia a falta d’água; para esta obra Silva Paes contratou 2000 operários. Neste mesmo momento executa a estrada real ligando Lisboa à Montemor, existiam para este projeto quatro tanques e chafarizes para os viajantes se abastecerem.

Para que os reis pernoitassem no trajeto à Badajós entre as datas 09–11 de janeiro e 09-10 de fevereiro de 1729, as obras tiveram que ser executadas em um ritmo de 24h/dia de trabalho.

O custo do palácio ficou em 1 milhão de cruzados, porém nunca teve o “glamour” que se esperava, apesar do rei D. João V ter determinado o prosseguimento das obras. Da mesma forma que em várias obras arquitetônicas portuguesas, o terremoto de 1755 causou danos a este palácio, tanto em sua estrutura quanto nas pinturas do teto, não sendo os mesmos reparados como deveriam.

O palácio foi desenhado em um estilo maneirista simples, o qual será visto posteriormente em todas as obras de Silva Paes, seguindo as linhas da arquitetura setecentista, a planta era linear com tijolos rebocados, à frente do palácio existia um parque, no qual no século XVIII havia o movimento de cavalaria.

Segundo SOUSA VITERBO no Dicionário dos Arquitetos e Engenheiros Portugueses, *as alas do Palácio distribuíam-se respectivamente pelas câmaras Del-Rei e da Rainha, com quartos, gabinetes, casas de cera, casas dos dosséis e oratórios privativos, com excelente talha dourada e com suas sacristias independentes. Era dividido o pavilhão em três corpos com pilastras almofadadas, com frente avançada diminuída da primitiva e aparatosa porta real e de frontão triangular e fileira de janelas, nesta parte das sacadas, protegidas por grades de ferro batido de hastes cilíndricas e aneladas, nos alçados gerais de vergas de calcário. A esta imensa construção, com mais de cem metros de comprimento e na correspondência axial posterior levanta-se outro pavilhão alongado, muito estreito, distribuído em dois pisos, cujo corpo térreo existiam as estrebarias reais, capazes de recolherem 400 cavalos, externamente haviam dois pátios ou picadeiro¹. No grande vestibulo central, outrora sala dos tudescos, que antecede a escadaria de dois patamares, incompleta, e substituiu a antiga distribuída em três ordens, existiu na cobertura, volumosa composição de tema mitológico.*

¹ Havia também, na outra face do Terreiro do Paço, mais cavalariças e cocheiras da Casa Real, onde se acomodavam as unidades de dragões quando da permanência de unidades desta arma, em períodos de recepção aos monarcas portugueses em trânsito para Évora ou Vila Viçosa.



Fig. 01 – Fachada Principal do Palácio de Vendas Novas, atualmente escola de artilharia

2.3.1.2 Aqueduto das Águas Livres – Lisboa

Silva Paes aparece ligado à obra desde o início, formando com o engenheiro-mor do Reino Azevedo Fortes, e Manuel Maia – a grande figura do aqueduto, uma espécie de “partido” contrário ao primeiro arquiteto nomeado – o italiano António Cannevari. Silva Paes tinha aprovado e subscrito uma planta geral da obra, de autoria de Maia e Azevedo Fortes, que seria aprovada e utilizada no aqueduto.

O crescimento da zona urbana, agravou o problema da falta de água; consistia o projeto em conduzir as águas livres de Belas para um aqueduto de pedra, com vários canos, que irradiava a água na parte superior da cidade.

Em 12 de Janeiro de 1730 havia sido feito uma medição das fontes destinadas para o aqueduto. O arquiteto italiano se encontrava isolado frente aos engenheiros portugueses ocorrendo o principal fator do seu abandono da direção da obra do aqueduto.

Os engenheiros portugueses defenderam o seu modo de medição, baseados na experiência corrente e em diversos tratados de arquitetura e de hidráulica como os do P. Tomaz Vicente Tosca, de Mariote, de La Hyre, e outros. Cannevari recusou a defender o seu método de medição, respondendo apenas que o fundava na prática usual, comum da corte de Roma, defendia que não se poderiam fazer em Lisboa mais do que dezessete bicas, os arquitetos portugueses achavam que chegariam a pelo menos dezessete chafarizes de várias bicas.

Depois da proposta de Manuel Maia na utilização de canos de pedra para ser aplicado no aqueduto, Silva Paes continuou informando ao Monarca de que “não era só aquele o ponto, que pedia maior atenção, a fim de não ocorrer desperdício de tempo e

trabalho, era necessário o exame do método utilizado na sua construção”. A partir de 1733 o plano do engenheiro Manuel Maia foi executado; apenas no tempo de D. José I o grande aqueduto mostrou sua completa e grandiosa imagem.

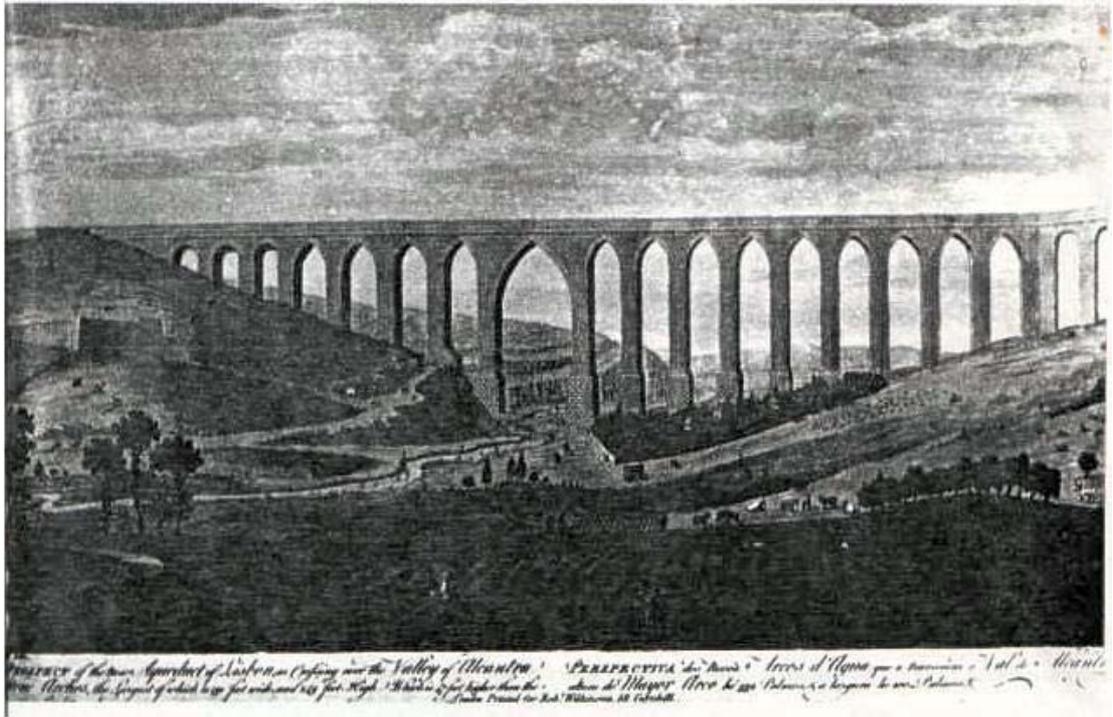


Fig.02 – Perspectiva do Aqueduto das Águas Livres de Lisboa. Desenho de R. Black, gravura T. Bowles (séc. XVIII). (Museu da Cidade, Lisboa)

2.3.2 VINDA PARA O BRASIL , AQUEDUTO E FORTALEZAS ANALISADAS POR SILVA PAES NO RIO DE JANEIRO

Pela carta régia de 4 de janeiro de 1735, foi resolvido pela corte portuguesa o envio de José da Silva Paes ao Brasil; na cidade do Rio de Janeiro executou e remodelou o plano das fortificações pelo Brigadeiro João de Massé , o qual tinha sido incumbido por ato de 17/07/1712, examinar, planejar e reparar as fortificações das cidades do Rio de Janeiro, Bahia e Pernambuco.

Silva Paes, analisava não só o aspecto técnico da obra de engenharia, mas as suas vantagens, em termos de custo para a fazenda real. Como já dito anteriormente, torna-se importante o registro de acontecimentos anteriores a vinda do Brigadeiro Silva Paes assim como posteriores, a fim de ser entendido o real motivo de sua vinda ao Brasil.

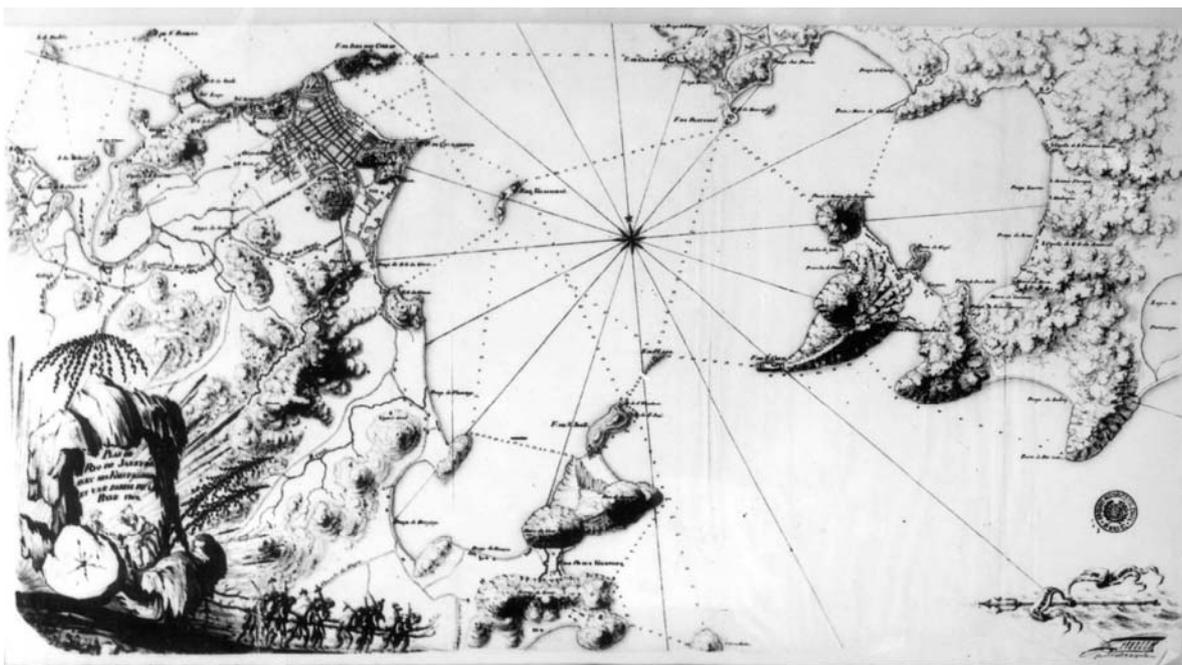


Fig.03 – Entrada da Barra do Rio de Janeiro, ao fundo o traçado urbano da cidade, o pontilhado demonstra a estratégia de segurança da cidade através das fortalezas.

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.2.1 Fortaleza de Santa Cruz (remodelada por Silva Paes)

Denominada Nossa Senhora da Guia no séc. XVI, a qual repeliu inimigos invasores nos anos de 1596(corsários holandeses), 1612, 1710(corsários franceses). Desde o ano 1555 guardava a entrada da barra do Rio de Janeiro com três galerias de tiro voltadas para o mar; neste mesmo ano, Villegagnon instalou sobre o promontório de rocha onde se ergue a fortaleza uma guarnição com 2 canhões, e depois da expulsão dos franceses em 1560, (segundo alguns autores 1567) Mem de Sá ocupou a fortificação que foi sendo ampliada até 1632 quando se chamou fortaleza de Santa Cruz da Barra; séc. XVII, no ano de 1612 já contava com 20 peças de artilharia.

No Governo de Martim de Sá, séc. XVII, foi construída a capela de Sta. Barbara no interior da Fortaleza, que também foi ampliada e reformulada devido às ameaças da invasão Holandesa.

Artesãos portugueses do séc. XVIII entalharam o granito com arcos perfeitos e raios que lembram salões de castelos medievais, solitárias escuras aonde presos ficavam com água até os joelhos quando a maré subia, existindo estreitas celas em frente à força. Do alto da fortificação vê-se o Pão de Açúcar com o forte São João, a fortaleza da Lagem, zona sul, o centro do Rio de Janeiro e a capela de Santa Bárbara; os canhões apontam para as Ilhas Cagarras e para a entrada da barra.

O governador Álvaro Siqueira e Albuquerque no séc. XVIII quando a França incentivava a pirataria, determinou ao comando de Sta. Cruz a prevenção contra a invasão, confirmada em 1710. O Rei de Portugal, determinou que uma forte corrente ligasse a fortaleza de Sta. Cruz com o Forte de São João, mas o governador do Rio de Janeiro, na época Francisco de Castro Morais, relaxou a ordem e desguarneceu a Fortaleza, devido a isto não resistiu à invasão de Duguay Trouin (21 de setembro de 1711), após este incidente foi fortificada por todos os governadores, principalmente no governo dos vice-reis Conde da Cunha, Rezende e Marquês de Lavradio

O objetivo da Fortaleza quanto às baterias era cruzar fogo com as de São João e da Lagem na entrada da barra. A Fortaleza possuía 3 galerias de tiro voltadas para o mar, com 45 canhões. No séc. XVIII artesãos portugueses entalharam com arcos perfeitos e paióis que lembram salões de castelos medievais; a pequena capela de Sta. Bárbara do séc. XVII, a padroeira da Fortificação, possui em seu interior uma imagem de tamanho natural.

Os grandes salões de 200 m² têm seus tetos abobadados com granito talhado e ligados com óleo de baleia, cal e mariscos triturados, foram construídos da mesma maneira que os paredões de 50m de altura. Entre a fortaleza de Santa Cruz e a da Lagem era a principal passagem dos navios por haver maior profundeza; por terra esta não admitia que mais de uma pessoa de cada vez passe junto a ela por estar em local muito íngreme e existir um fosso na mesma rocha que a faz incomunicável. Por mar era necessário dia muito sereno quando mudavam a guarnição pois alguém caindo no mar, perdia-se. Também Silva Paes terminou a muralha que estava incompleta e reformulou a fortaleza, colocando cisterna e armazém a prova de bomba.

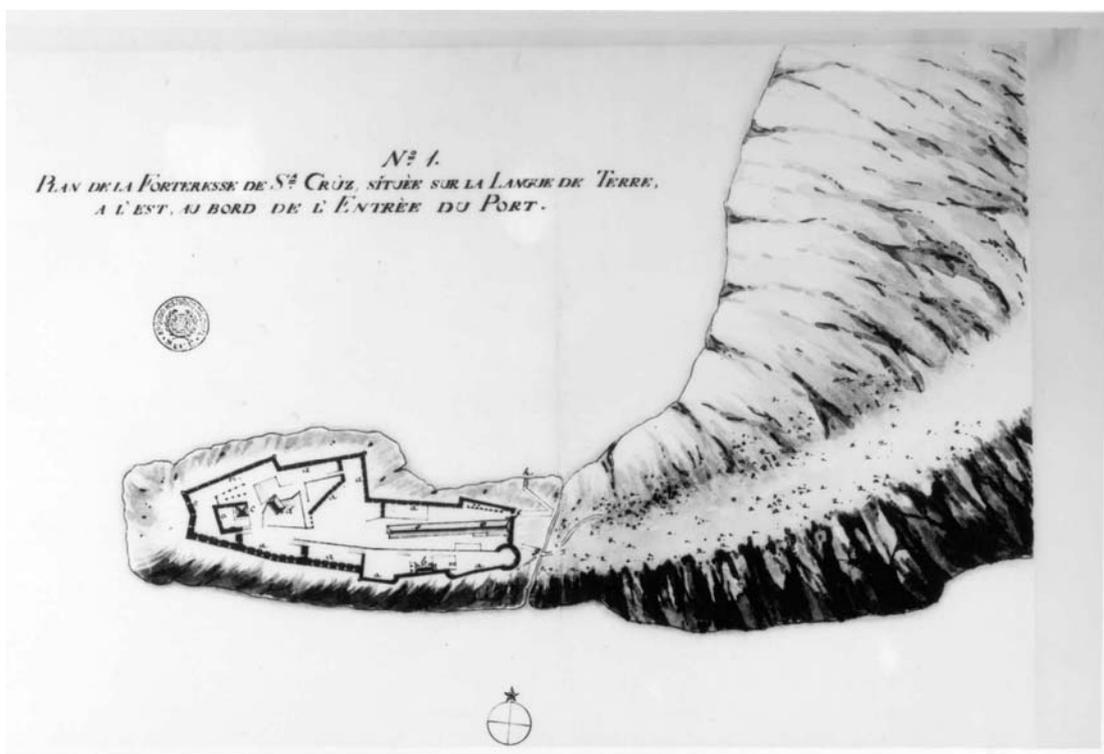


Fig.04 – Implantação da Fortaleza de Santa Cruz na entrada do porto na cidade do Rio de Janeiro. (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

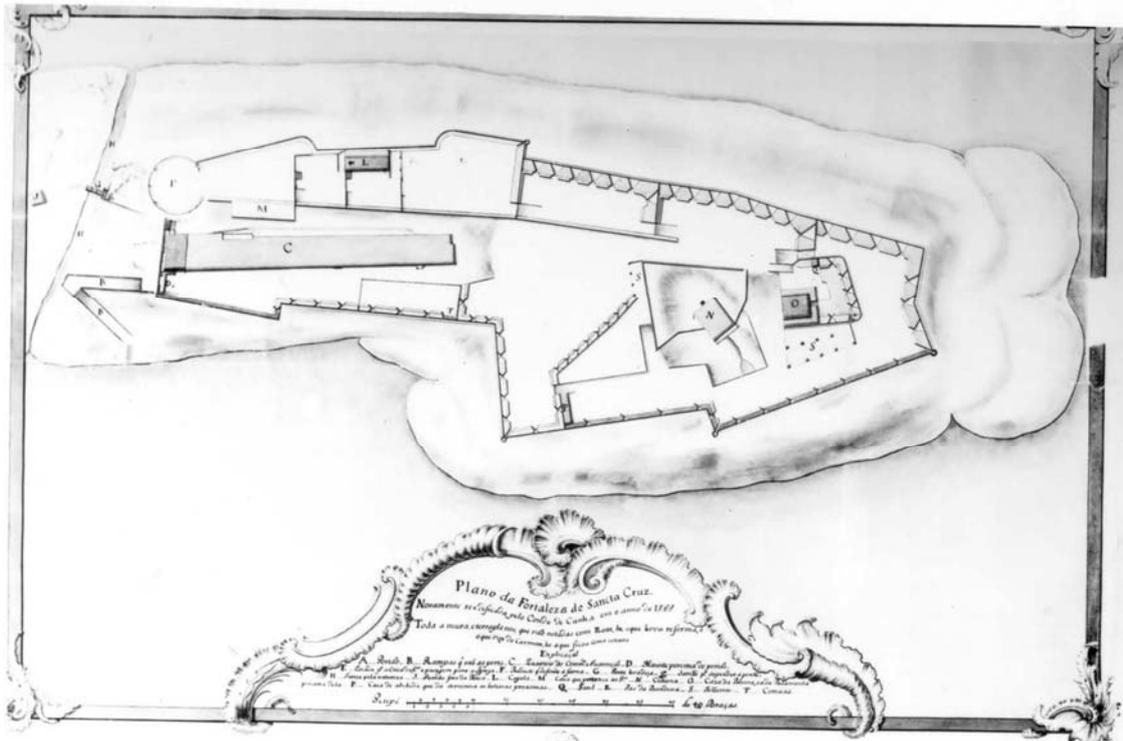


Fig.05 – Plano da Fortaleza de Santa Cruz

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.2.2 Fortaleza da Lagem (remodelada por Silva Paes)

Atualmente conhecida como a Fortaleza da Lagem, no seu contexto histórico a primeira fortaleza construída na laje é datada de 1714, mas já em 1555 Villegaignon pretendeu se estabelecer e em 1584, quem deu verdadeiro impulso à obra foi D. Francisco de Távora depois das invasões de Duclerc e de Duguay Trouin.

Em relatório escrito por João de Massé dizia: *“a torre que se está levantando na Lagem, servirá para a defesa da mesma barra, que poderá bater com suas 7 ou 8 peças”* explicação do meio hexágono da nova fortificação da Lagem.

João de Massé desenhou a fortaleza da Lagem no meio da barra, a qual consta de um hexágono irregular, dois andares de artilharia sobre grossas abóbadas de tijolo e baterias voltadas para Santa Cruz, São João e entrada da barra. Apesar da fortificação da Lagem ajudar a defender a barra auxiliando Santa Cruz e São João, o inimigo conseguia entrar, não estando correta portanto a afirmação de que quanto maior a artilharia, maior a defesa.

Com a artilharia alta, os navios passavam por baixo pelo estreito canal e os tiros seriam dificultados por saírem de cima para baixo e oblíquos. No caso de um navio entrar na barra sem vento, isto implicaria que a fumaça da pólvora sairia depois de

determinado tempo da bateria baixa, dificultando a artilharia, sendo que os tiros horizontais da bateria baixa teriam maior efeito.

José da Silva Paes concordava com o 1o. pavimento na fortaleza da Lagem aonde se pretendia pôr a artilharia. A questão era se devia colocar uma 2a. bateria sobre a 1a., se isto melhoraria ou não a defesa. Acreditava que com maior altura evitaria ressacas que inundavam a fortaleza, concordando com Melo de Castro em fazer subir a obra mais cinco palmos no 1o. pavimento e não colocar o 2o. pelos motivos que já foram ditos. Desta maneira respeitava a segurança da obra e a menor obliquidade dos tiros, ficando a bateria mais horizontal para defesa evitando da fumaça não ter saída e o abalo com o estrondo da artilharia.

Quanto ao mar penetrar na fortaleza, isto acontecia com todas as marítimas que estavam expostas como esta. Com o acréscimo de cinco palmos de que Silva Paes falava, a fortaleza ficaria menos exposta deixando bueiros para desaguar.

O Engenheiro-mor do Reino Azevedo Fortes, aprovava o que foi dito por Silva Paes, que ao levantar a bateria cinco ou seis palmos, para maior segurança da muralha em que bate o mar fazer três ou quatro lances de degraus, onde as ressacas perderiam parte da violência. Fazer uma 2a. bateria sobre a 1a., apesar de parecer situação vantajosa, na prática não era.

Quando assumiu o governo do Rio de Janeiro, Silva Paes escreveu ao rei informando que a Lagem ficava no meio da barra, necessitando a mesma de um quartel e que estavam em andamento as obras do armazém da pólvora, da cisterna à prova de bomba e de parapeito que se encontrava destruído.

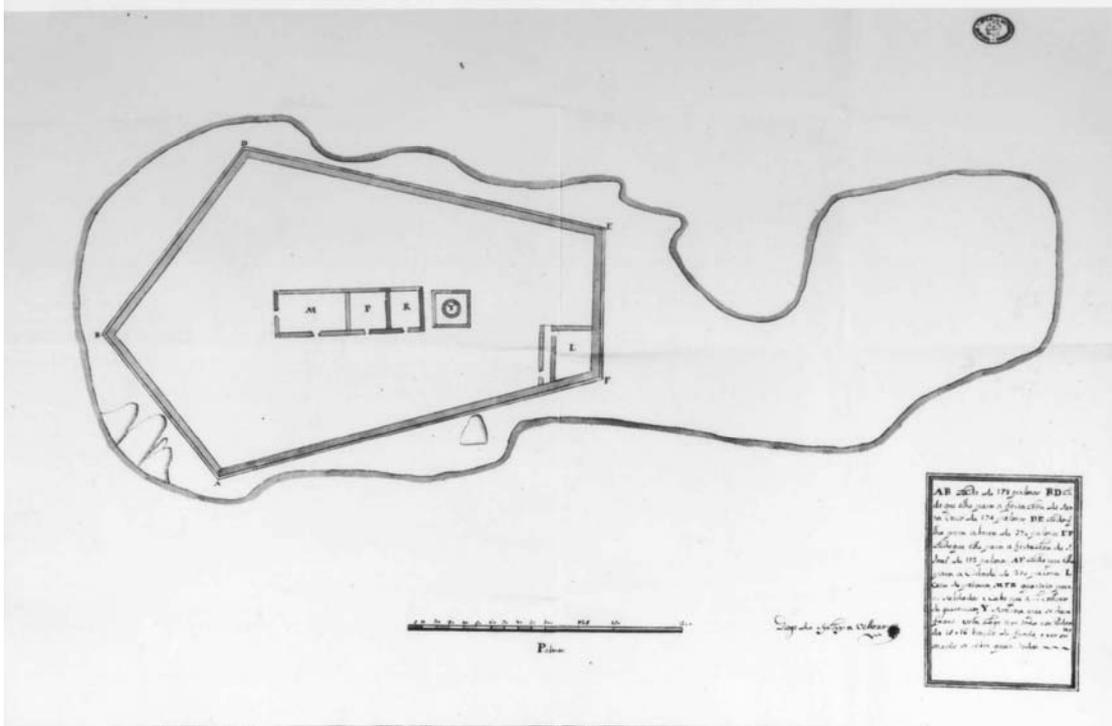


Fig. 07 - Implantação Fortaleza da Lagem

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

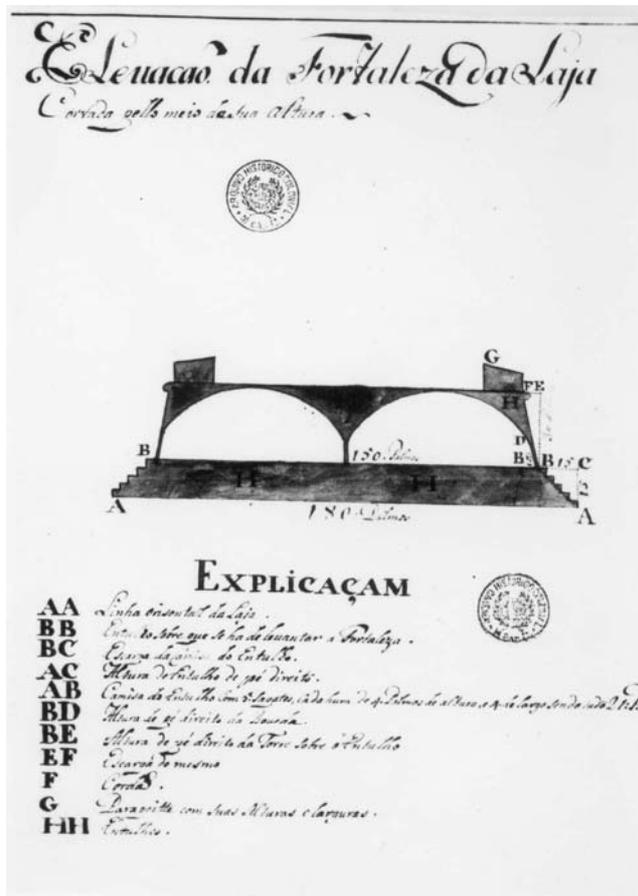


Fig. 08- Corte da Fortaleza da Lagem

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

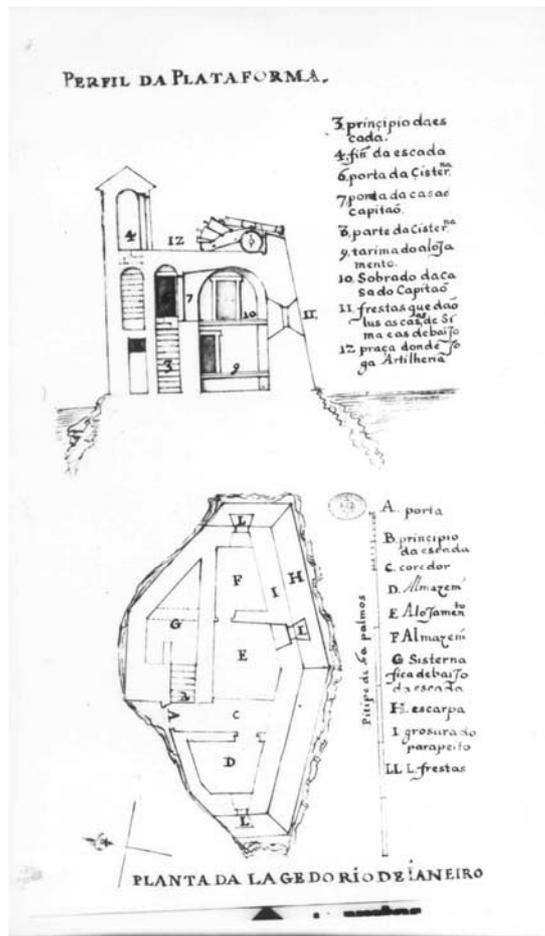


Fig. 09- Plantas e cortes da Fortaleza da Lagem
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

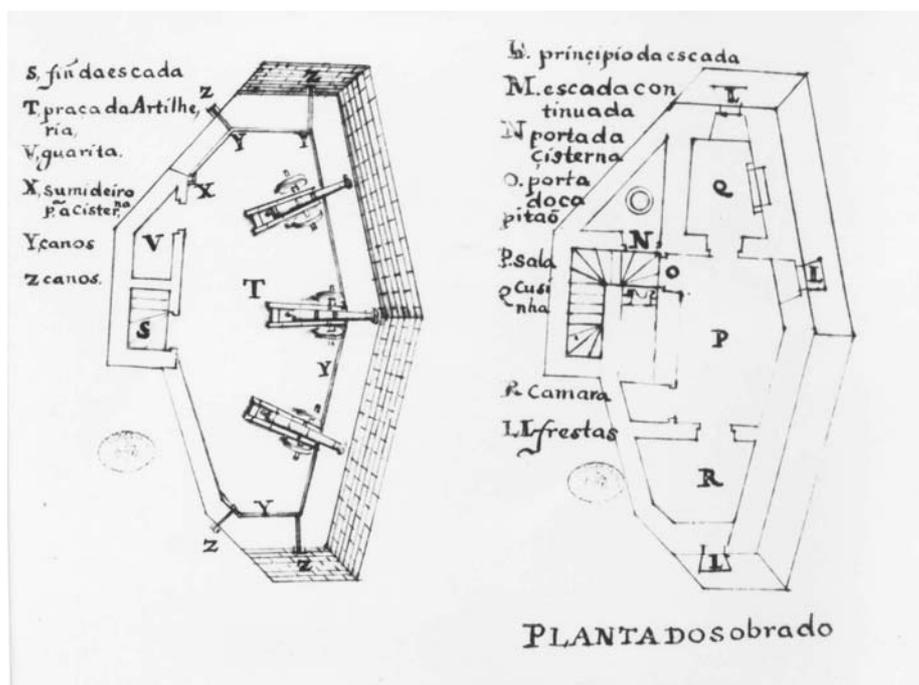


Fig. 10- Plantas da Fortaleza da Lagem
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.2.3 Fortaleza de São João

Localizada na entrada da barra do Rio de Janeiro em frente à Fortaleza de Sta. Cruz, São João situa-se no morro Cara de Cão na praia Vermelha, tendo no meio das águas a Fortaleza da Lagem . Foi composta inicialmente por quatro redutos : S. Martinho (1565), S. Diogo (1618), S. José, (1572) e S. Theodósio (1572), reformuladas e reedificadas pelo Brigadeiro Silva Paes.

Em 1618 ocorreu a conclusão do forte, o qual guardava a entrada da barra, ampliada e reforçada recebeu oficialmente o nome de São João tendo a construção de seu último forte o de São Diogo

Fizeram no ano de 1702 obras que estavam paradas, porém estrategicamente estas eram desnecessárias, pois não possuía local para desembarque, além da topografia ser péssima para a construção de uma fortificação².

Atirando junto com a de Sta. Cruz em 1710, conseguiram impedir o corsário Duclerc a desembarcar na baía. No ano de 1711 a fortaleza foi desguarnecida, permitindo que Duguay Trouin passasse pela barra do Rio de Janeiro; na parte da barra possui uma bateria para a ponta do mar chamada de São José e outra ponta para a parte da cidade chamada São Theodósio, o objetivo era montar mais artilharia para defender a barra e atacar os navios inimigos. Resolveram que na bateria de São Theodósio fosse feito uma praça alta, naquela época não eram capazes de possuir mais que catorze peças de baterias e com a ampliação usando todo o terreno colocaram mais 30 peças, sendo bastante para qualquer ocasião. A única obra que ainda necessitava ser feita nesta época era armazém e mudarem as casas do Sargento-mor para dentro da fortaleza; o monte São João possui outras baterias sobre uma praia que está encostada ao Pão de Açúcar.

Descrição da edificação:

a) bateria e casamata São José

Este monumento da arquitetura militar data do império, possuindo paredes em cantaria de grande espessura e piso de grandes lajes de pedra, nas galerias abobadadas encontram-se 9 peças de artilharia desmontáveis onde nas abobadas de berço notam-se

2 Arquivo Histórico Ultramarino Documento No. 42 20 de julho de 1702

as interseções com os arcos das portas. Um antigo portão de madeira fechava o paiol de munição da casamata.

Portão em estilo barroco possui a inscrição: P II BASILEAE CONSTITUTIONALI IMPERATORE PERPETVO DEFENSORE HOC PERFECTVM MONUMENTVM PATRIAE INDEPENDENTIAE QUINQUAGESIMO MDCCCLXXII .

b) paiol antigo

Antigo paiol fora dos muros da Casamata São José, cujas paredes são de pedra e cal, peças de cantaria nas forras de portas e janelas; as muralhas e escadas de acesso ao nível do paiol são constituídos de alvenaria de pedra com revestimento de barro e cal, ocorre a construção em cantaria incluindo a cobertura, na parede que dá para o morro possui apenas a base em cantaria o restante feito de pedra e cal .

c) bateria São Teodósio

Data da época colonial ,hoje restando apenas os muros de sustentação .

d) guindaste

Duas paredes paralelas erguem-se sobre as pedras a beira d'água e sustentam uma plataforma onde está o guindaste que servia para suspender as embarcações. Construção posterior a da Casamata São José.

e) fortaleza primitiva

Conforme planta datada de 1730, era constituída na primitiva fortificação de muralhas e baluartes (construção alta, sustentada por muralhas) situados sobre o que ligava a terra ao Morro Cara de Cão

O portão de entrada da fortaleza possui vão em arco, possuindo pilastras robustas construção de alvenaria, acima do frontão existem volutas barrocas, terminando por uma pira.

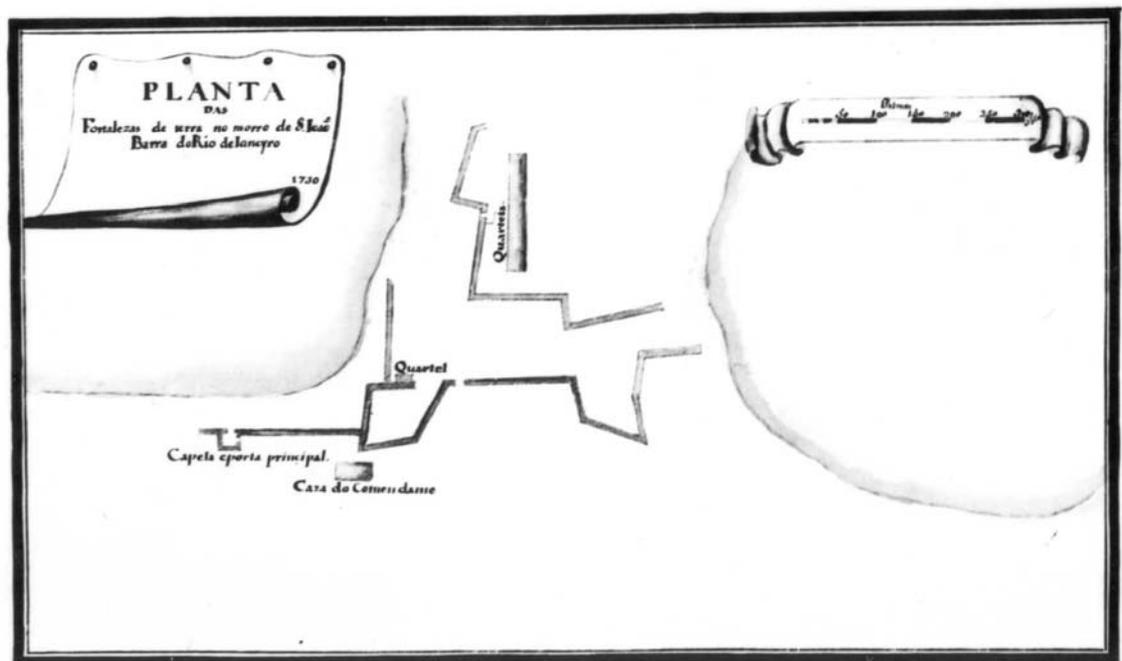


Fig. 11.- Implantação da Fortaleza de São João na cidade do Rio de Janeiro
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

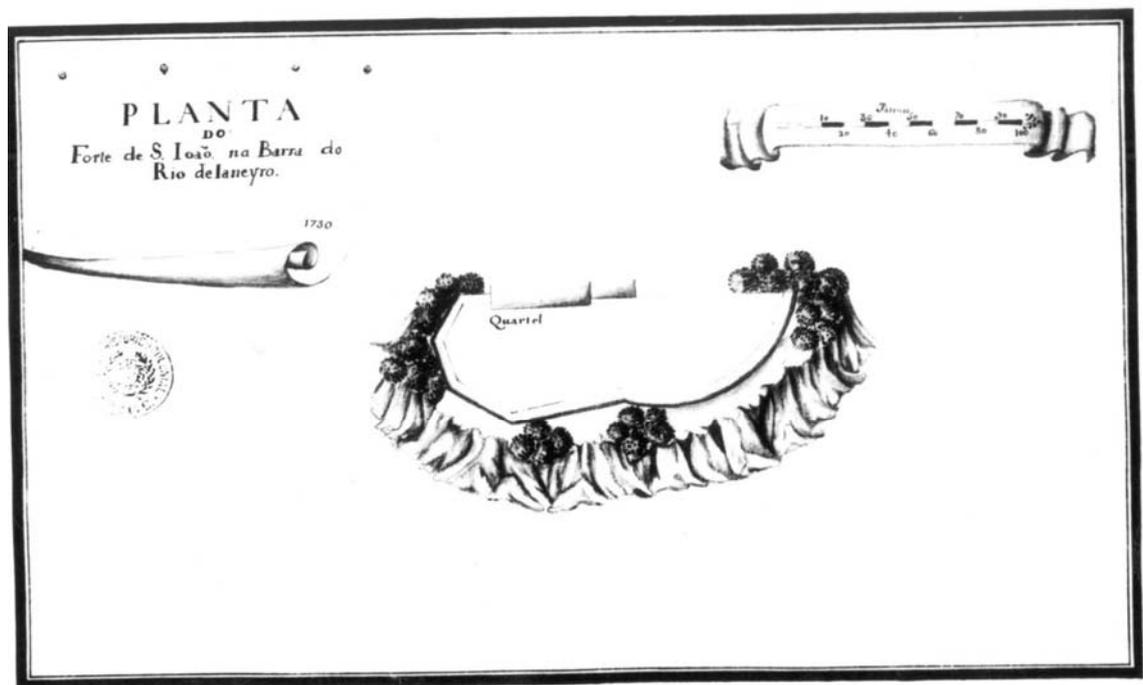


Fig. 12 - Plano da Fortaleza de São João
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

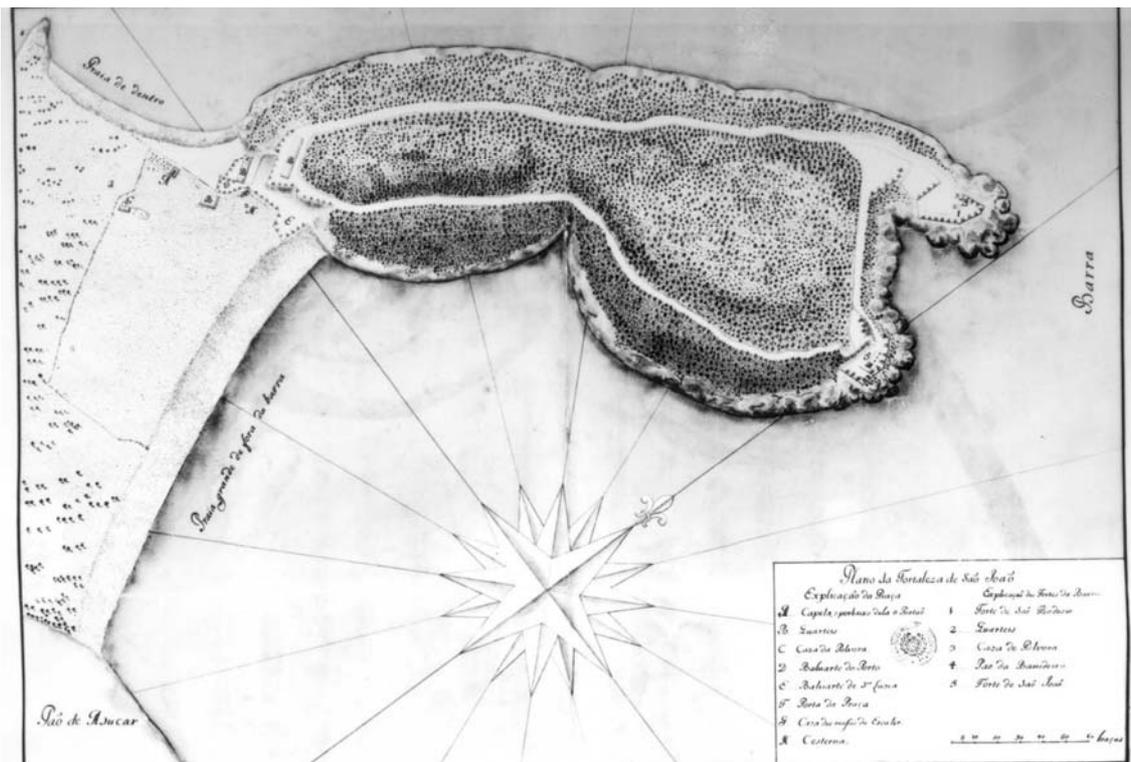


Fig 13- Fortaleza de São João na Barra do Rio de Janeiro

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

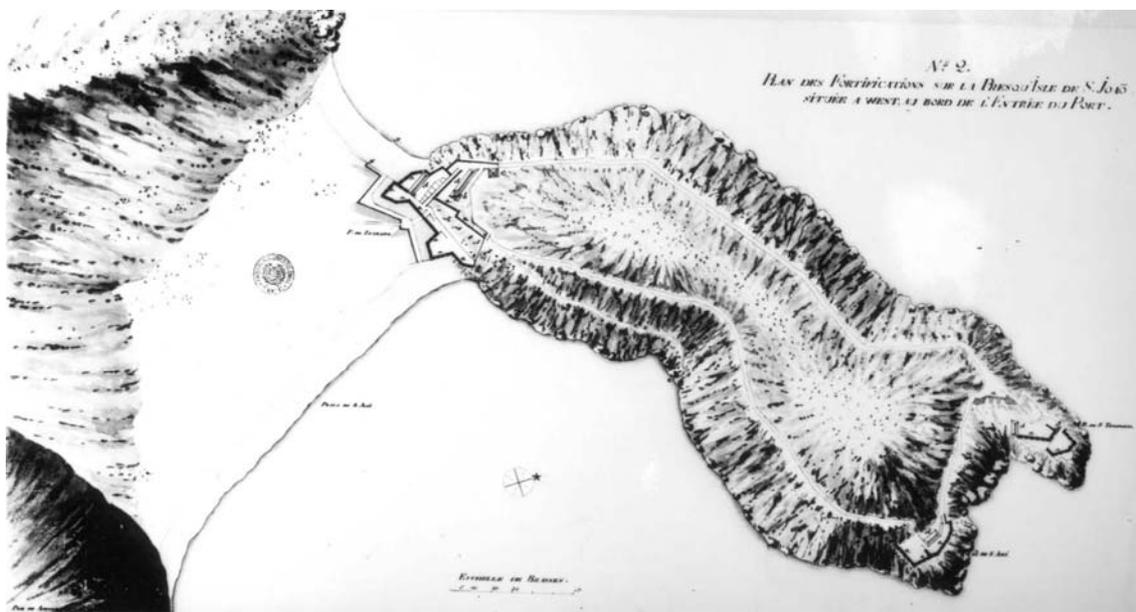


Fig.- 14- Fortaleza de São João

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.2.4 Fortaleza de Villegagnon (remodelada por Silva Paes)

Em 10 de novembro de 1555, chega a Guanabara o Vice-Almirante de Bretanha, Nicolau Durand de Villegagnon, um dos mais famosos membros da Ordem dos Cavaleiros de São João de Jerusalém, conhecida por Ordem dos Cavaleiros de Malta. Vinha com o intuito de atacar as possessões portuguesas da América do Sul; denominando a terra conquistada de França Antártica.

A Fortaleza foi tomada e arrasada por Mem de Sá, em 1560 e 1567; tendo sido reconstruído a bateria destruída por explosão em 1711, quando da entrada de Duguay Trouin. Os posteriores governadores resolvem fortificá-la, tendo-se em conta sua posição de novo assinalada e posta em destaque, agora, na crônica do Jesuíta Padre Simão de Vasconcelos, de 1663 a 1671:

“A fortaleza principal da ilha, que chamam Villegagnon, e parecia inexpugnável; porque tudo o que era ilha, era fortaleza, e tudo o que era a fortaleza, era ilha, e toda (exceto um pequeno porto de praia) era cercada de penedia brava, onde bate o mar.”

Gomes Freire de Andrada, Conde de Bobadela, através do Brigadeiro Silva Paes, tenta edificar o Forte de São Francisco Xavier; a sua fortificação na ponta do norte era defeituosa por ser pequena, porque um alto penhasco que lhe era imediato não lhe deu muito lugar. Coube finalmente ao Marquês de Lavradio fortificar a ilha que passou a ser denominada Fortaleza de Nossa Senhora da Conceição de Villegagnon

A fortaleza propriamente dita foi, pelo Marquês de Lavradio, edificada na porção mais elevada da ilha, onde antes houvera o forte de São Francisco Xavier, o acesso a ela se fazia por um túnel de cerca de 15 metros de extensão onde estavam situados os quartéis e as prisões subterrâneas. O túnel, em uma das extremidades, possuía um portão e uma ponte elevadiça, que isolavam a fortaleza da parte baixa da ilha e na outra extremidade confinava com uma ladeira em zig-zag, que facilitava o acesso ao recinto do forte. Ao centro se encontrava o castelo de cerca de 5 metros de altura, sobre o qual estava a capela dedicada a Nossa Senhora da Conceição; no interior do castelo estavam os paióis de pólvora e de munições, em volta protegidos por parapeitos de pedra e cal de um metro de espessura, com os canhões que a guarneciam.

Atualmente foram demolidas todas as velhas construções, conservando-se somente o portão de entrada para as antigas baterias da fortaleza.

2.3.2.5 Fortaleza da Ilha das Cobras

A invasão e o saque da Cidade do Salvador, pelos holandeses, em maio de 1624, serviram de advertência a todo Brasil colonial, a fim de se pôr em estado de defesa. Por este motivo, a metrópole, em 3 de agosto do mesmo ano, decidiu empossar um novo governador do Rio de Janeiro, o cabo-de-guerra Martim de Sá que escolhe a Ilha das Cobras como a sede de uma fortaleza.

Em 14 de abril de 1638 surgiu Nassau, príncipe alemão de alta inteligência e grande cultura, disposto a aumentar as conquistas holandesas no Brasil, invadindo com 40 navios de guerra a Baía de Todos Santos. Apesar do fracasso, serviu como um primeiro aviso da necessidade de fortificar a cidade.

Os sucessos da Invasão Francesa de Duguay-Trouin induziram a metrópole a planejar melhores defesas para a cidade, tão duramente atingida. Em 8 de dezembro de 1711, o engenheiro Pedro Gomes Chaves apresentava novo projeto para a fortaleza nova da Ilha das Cobras, no ano seguinte chegou ao Rio de Janeiro o Brigadeiro João Massé³, incumbido de delinear um sistema novo de defesa para toda a cidade, conforme vontade expressa de D. João V.

Após a invasão de Trouin, foi unânime o interesse de todos os governadores do Rio de Janeiro em fortificar a Ilha das Cobras, mas quem se destacou em dedicação nesse sentido foi Vahia Monteiro, governador de 1725 a 1732, logo após a sua posse em 10 de maio de 1725, já enviaria extensa informação a Lisboa descrevendo todas as fortalezas da cidade e em especial a da Ilha das Cobras⁴. Sua maior colaboração deve-se ao fato de haver conseguido para a execução dos reparos o apoio e o interesse de Silva Paes. Caberia a este especialista completar e superar todos os projetos até então elaborados, construindo a “maior fortaleza da América”.

Em carta de 3 de junho ao Rei, Silva Paes explica seu projeto, expondo a conveniência de circundar com uma muralha que garantisse a segurança dos seus moradores, no caso de alguma invasão. Usou da irregularidade do terreno, nas partes que dão para o mar instalaria as baterias, e as para a terra somente cuidou para que ficassem fechadas e pudessem ter defesas colaterais. Propôs ainda que se fizessem 3 armazéns à prova de bomba para dividir a pólvora de modo que se houvesse algum

³ Arquivo do Conselho Ultramarino, liv. 12, de *Officio*, f. 236 v.

⁴ Publicações do Archivo Nacional, v. XV, p. 17-19.

acidente não se destruísse por completo as cisternas, armazéns e quartéis para os soldados que eram necessários e o local era ideal para estas instalações⁵.

Posteriormente, Silva Paes apresentava outro grandioso projeto, pretendendo fazer da Ilha das Cobras a cidadela do Rio de Janeiro; pareceu-lhe certo construir uma ponte de comunicação entre o Mosteiro de São Bento e a referida ilha⁶, mas tal projeto só foi construído dois séculos mais tarde⁷.

O governador Luís Vahia Monteiro começou a executar as obras na ilha segundo seu projeto pessoal, para torná-la mais defensável e de difícil acesso determinou que se cortasse a pedra em redor, dando à fortificação a forma de um castelo elevado.

Apesar do próprio Rei D. João V haver assegurado pleno apoio aos projetos de Joseph da Silva Paes⁸, parece que Vahia Monteiro não tirou proveito deste fato, sentia o governador a falta de uma planta exata do terreno da ilha e um projeto pormenorizado e definitivo de toda a fortaleza. Com efeito, as plantas do terreno, levantadas por Francisco de Castro Morais de 1710 a 1711, bem como a do Engenheiro Pedro Gomes Chaves⁹, não tinham qualquer semelhança com a realidade.

Com receio de ver seus esforços em fortalecer a defesa da cidade se anularem, Vahia Monteiro, em carta de 30 de julho de 1727¹⁰, ressaltando o péssimo estado da Fortaleza de Santa Cruz assim como a inutilidade da Lagem e o descaso para com a da Ilha das Cobras, sobre a qual diz: “*é o principal escudo desta cidade*”, insiste com D. João V para que Sua Majestade lhe mandasse uma das maiores autoridades da engenharia portuguesa: o próprio Engenheiro-mor do Reino, Manoel de Azevedo Fortes, ou o Coronel Joseph da Silva Paes. Com a aprovação do Conselho Ultramarino, o monarca, em 28 de janeiro de 1728, deu ordem para que Joseph da Silva Paes, “*um dos engenheiros dos melhores que hoje tem o Reino*”, seguisse então para o Brasil.

Após a chegada desta notícia, passaram-se sete anos de silêncio, período em que não há referências a atuação de Silva Paes na América; em maio de 1735 descreve ele o estado das fortalezas do Rio de Janeiro¹¹, no qual comenta a necessidade de um grande

⁵ Castro e Almeida, op. cit., v. VII, número 8620.

⁶ Arquivo Nacional, Rio, Livro 23, f. 13v.

⁷ Sobre a construção das duas pontes que ligam a Ilha das Cobras ao continente: a primeira, Ponte Almirante Alexandrino, de 1910 a 1930, e a segunda, Ponte Arnaldo da Luz, vide documento 142, in Silva-Negra, op. Cit., p. 229-230.

⁸ Arquivo Nacional, Rio, la. via, v. 23, f. 11.

⁹ Publicações do Archivo Nacional, v. XV, p. 216-218

¹⁰ Publicações do Archivo Nacional, v. XV, p. 213 - 216

¹¹ Castro e Almeida, po. Cit., v. VII,

reparo da Fortaleza de Nossa Senhora da Conceição e a construção de uma trincheira seguindo-se para a parte da Fortaleza de São Bento, melhorando a defesa da região, e sobre a Ilha das Cobras ressalta a sua importância.¹²

Prontamente se iniciam as grandes obras da fortaleza nova, conforme projeto desenhado e executado por Brigadeiro Silva Paes. Decidira ele construir duas fortalezas no lugar das antigas, Santa Margarida e de Santo Antônio, resolveu ligar as duas por meio de uma terceira, que se chamou Fortaleza do Pau da Bandeira, e corresponde hoje ainda bem conservada ao atual presídio.

Em carta de 21 de junho de 1736, Silva Paes encomenda o lajedo de mármore de lioz para as três cisternas (duas na fortaleza alta, em frente à capela e à casa do governador, e uma grande na fortaleza do meio, todas as três ainda existentes), para os parapeitos e ainda para as bases das novas baterias¹³.

Em 25 de setembro de 1738, Silva Paes, no cargo de governador da Capitania do Rio de Janeiro escreve a D. João V, na carta informa que as obras estão adiantadas, restando alguns armazéns como o da pólvora e a casa do governador, e que não lhe parecia “*haver na América, fortaleza igual aquela*”, tanto pela sua localização, projeto e material utilizado. Ainda solicita o lajedo e o pórtico de pedra pois sem ele não podia fazer as plataformas de toda a artilharia daquela fortaleza nem lajear os pavimentos que cobrem as cisternas, juntamente com a planta, que não possuía em cópia¹⁴.

No ano anterior, 9 de novembro, Gomes Freire mandara ao rei o mapa da fortaleza constante de planta baixa e duas vistas laterais, uma da cidade e outra de parte do interior da Guanabara.

Silva Paes mandou colocar sobre o portão da fortaleza uma inscrição para perpetuar seu nome como fundador, Gomes Freire mandou arrancá-la substituindo-a por outra, a qual também foi arrancada por Silva Paes. A terceira, com o nome dos dois, encontra-se até hoje na fortaleza:

¹² Castro e Almeida. Po. Cit., v. VII, número 8620

¹³ Arquivo do Instituto Histórico Brasileiro, cód. 1-1-26, f. 287-288

¹⁴ Arquivo do Instituto Histórico Brasileiro, Rio, cód. 1-1-26, f. 336-337v

“REINANDO EL REI, D. JOÃO V,
N. S. SENDO G(overnador) E CAP(itão) RGN (general) DESTA CAPP(itania) E
MG (Minas Gerais) GOMES FREIRE DE ANDR(ade) GOV(ernando) EM SUA AUSÊNCIA O
BRIG(adeiro) JOSÉ DA S(ilva) PAES,
M(andou) FAZER ESTA FORT(aleza) DE S(ão) JOZÉ
ANNO 1736”.

Para “*por a fortaleza da Ilha das Cobras em sua última perfeição*”¹⁵, como recomendava D. João V, em carta de 23 de abril de 1738 fazia-se necessário terminar as obras da capela, da casa do governador e da casa do corpo da guarda, que no mapa de 1737 ainda não eram assinaladas. Para tanto, a 25 de setembro de 1738, Silva Paes encomendou em Lisboa a cantaria (obra de pedra aparelhada) de lioz (pedra portuguesa semelhante ao mármore) que, constava das seguintes peças: 6.000 varas de lajedo, 20 portais e 12 janelas, com suas sacadas para a casa do governador; um grande pórtico para a entrada da fortaleza alta, um portão para a casa do governador e outro para o corpo da guarda e, por fim, “*um pórtico mais que ordinário para a Ermida*”¹⁶.

Confrontando-se as plantas primitivas com a edificação atualmente existente, pode-se afirmar que da antiga fortaleza tríplice do Brigadeiro José da Silva Paes na Ilha das Cobras, boa parte ainda se conserva. Da Fortaleza de S. José (a do alto) subsiste integralmente a plataforma com as duas cisternas e grande parte do lajedo primitivo de lioz; existindo ainda a construção da capela, com sua fachada simples e seu portão de lioz, no interior da capela apenas foi alterado a última das três janelas do lado do Evangelho para abrir passagem à tribuna; se alargou a cornija (moldura sobreposta, formando saliências na parte superior da parede), com o objetivo de promover iluminação indireta, o altar primitivo desapareceu.

A casa do governador, junto à capela, sofreu transformação mas perduram as paredes primitivas, das quais desapareceram as portadas de lioz.; conserva-se em sua forma genuína, com suas grandes abóbadas abrangendo tanto a capela como a antiga casa do governador.

Quanto à antiga Fortaleza do Pau da Bandeira (a do meio), pode-se dizer que conservou todos os elementos originais; do lado do portão de entrada (hoje do presídio), se acham as armas de Portugal e o escudo comemorativo do autor e da construção de

¹⁵ Arquivo Nacional, Rio, Cartas Régias, etc., v.29, f. 118

¹⁶ Arquivo do Instituto Histórico Brasileiro, Rio, cód. 1-1-26, f. 336-337v.

1736, nada foi modificado. Os antigos alojamentos dos soldados servem hoje de prisão; o pátio interno e os primitivos corredores subterrâneos com suas diversas saídas, continuam sem alteração, conserva-se também a enorme cisterna antiga, fora de uso.

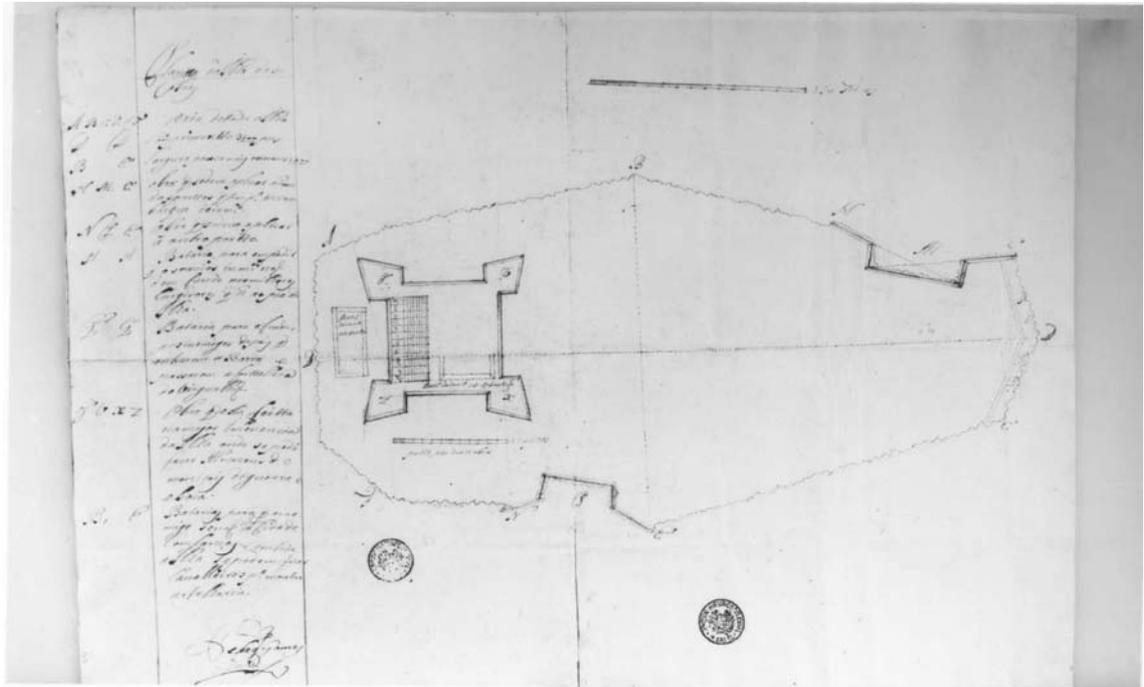


Fig.17 – Primeira Fortaleza (Santa Margarida) construída na Ilha das Cobras

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

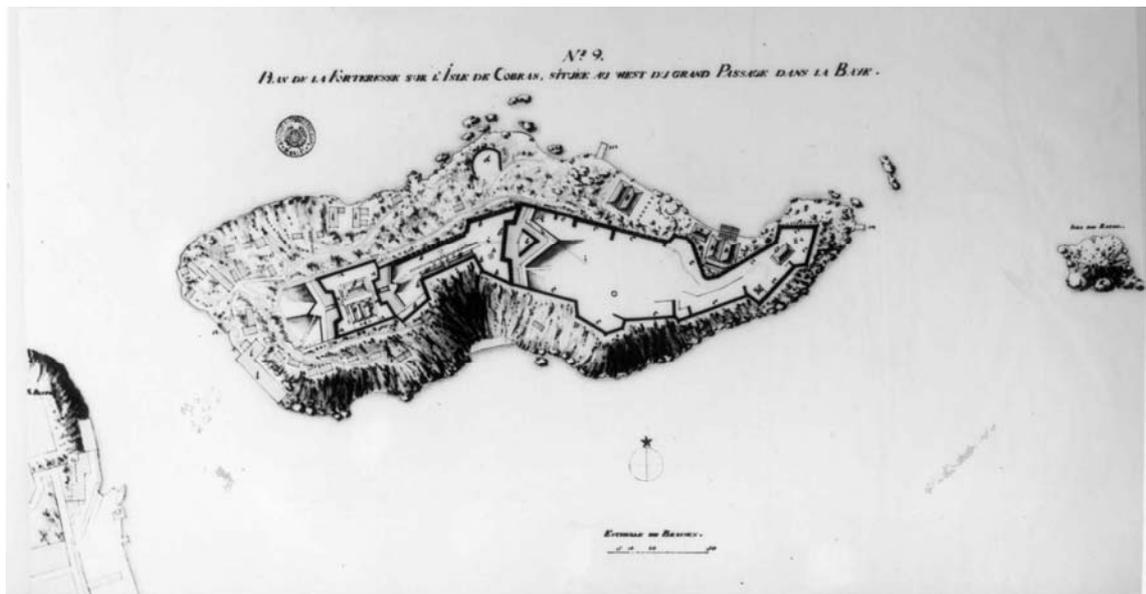


Fig.18 - Fortaleza na Ilha das Cobras

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)



Fig. 19 - Ilha das Cobras implantação e vistas

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.2.6 Aqueduto da Carioca

O problema do abastecimento de água para a cidade do Rio de Janeiro foi um dos primeiros a preocupar a administração local; desde o governo de Martim Correia de Sá (1602 - 1608), pretendeu-se captar as águas do rio da Carioca para o Sítio da Ajuda e as conduzir até a povoação. Somente um século depois, na administração de Aires Saldanha, foi o problema solucionado com a criação em 1673 do imposto sobre o vinho para custear as obras e em 1716 foi remetida à metrópole a planta nova não definitiva. De 1719 até 1724 foi realizada a execução das obras do canal para trazer as águas das nascentes do rio da Carioca, obras que incluíam a edificação de um aqueduto para atravessar o vale entre os morros do Desterro (atual Santa Teresa) e o de Santo Antônio; no término da canalização, construiu-se um chafariz com dezessete bicas, que se localizava ao pé da ladeira do convento de Santo Antônio, no atual Largo da Carioca.

O arquiteto dos Arcos foi o Engenheiro-mor do Reino, Manoel de Azevedo Fortes, que não conheceu o Brasil.

Antes de virar ponte, a construção era aqueduto, o encanamento vinha do Corcovado através do Cosme Velho, de Laranjeiras e de Santa Teresa até atingir a bacia da Mãe D'água; a obra foi feita toda em alvenaria com 2 ordens de arcos que o sustentavam por 270 metros, sendo a parte superior mais extensa que a inferior no vale existente entre Santa Teresa e o morro de Santo Antônio. A ligação ao morro de Santo Antônio foi feita com uma dupla arcada de pedra e cal com quarenta e dois arcos, tinham pelo menos até a derrubada destas duas séries de 42 arcos a altura de 17,60m (equivalente a 80 palmos).

Durante mais de um século, passou por cima dele a água que abastecia a cidade, era o aqueduto um e único, com o chafariz instalado por D. João VI no Campo de Sant'Ana e posteriormente com o reservatório de pedregulho,

O Brigadeiro José da Silva Paes, em carta de 26 de junho de 1735, escrevia ao rei do resultado da vistoria que mandara proceder no aqueduto sobre o estado que este se achava. Achando-o arruinado propôs que as partes que fossem caindo ou reformando se fizesse o aqueduto de pedra e cal, sendo os canos de pedras deixados de 60 a 60 palmos uma viga, os canos de pedra deviam vir da corte com um palmo de largura e outro de altura, declarando serem necessários oito mil varas de canos para a obra, o qual ajuste seria feito por Azevedo Fortes, todos com a mesma bitola.

O aqueduto da Carioca foi reformado, ou totalmente concluído, em 1744 no governo de Gomes Freire de Andrada, Conde de Bobadela, o qual tratou de reconstruir o Aqueduto da Carioca com pedras do país, pois as que vinham de Portugal eram mais dispendiosas.

As calhas que defluíam antes em céu aberto, sujeitas a serem contaminadas pelas impurezas e mesmo desviadas do seu curso natural, passaram a ser cobertas por abobadas de tijolos, conforme determinou a carta régia de 2 de maio de 1747.

Apesar de constar da provisão régia de 19/12/1735 (publicações do arquivo nacional), a execução do aqueduto de pedra e cal com seus canos de pedra parece ter sido modificado este plano, segundo anais da Biblioteca Nacional. Mesmo tendo sido pedido por Silva Paes canos de ferro para construção, as fontes que instalaram posteriormente adotaram-se canos de chumbo.

Com a demolição do casario que se encostava em longo trecho do aqueduto, recuperou-se este ênfase na paisagem em que se impõe como um dos mais importantes monumentos do acervo arquitetônico carioca.

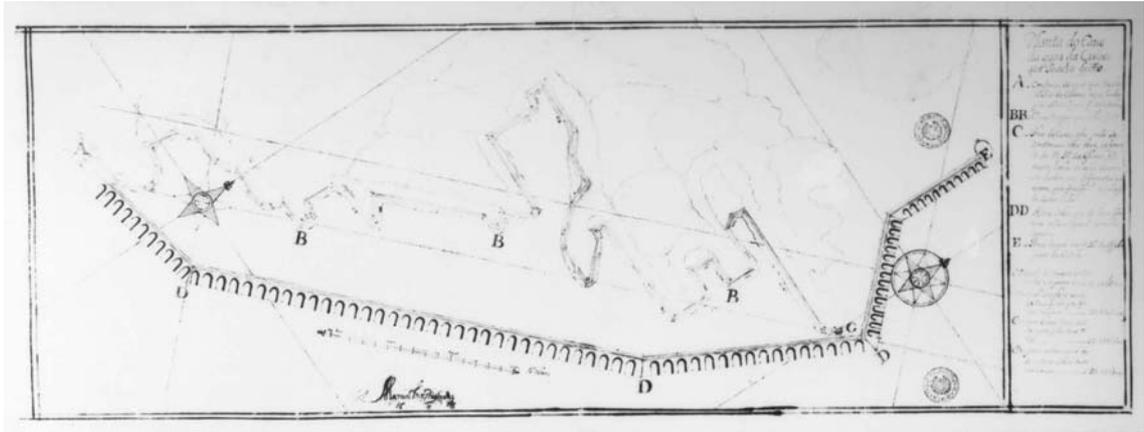


Fig. 20- Planta e vista Aqueduto da Carioca no Rio de Janeiro

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

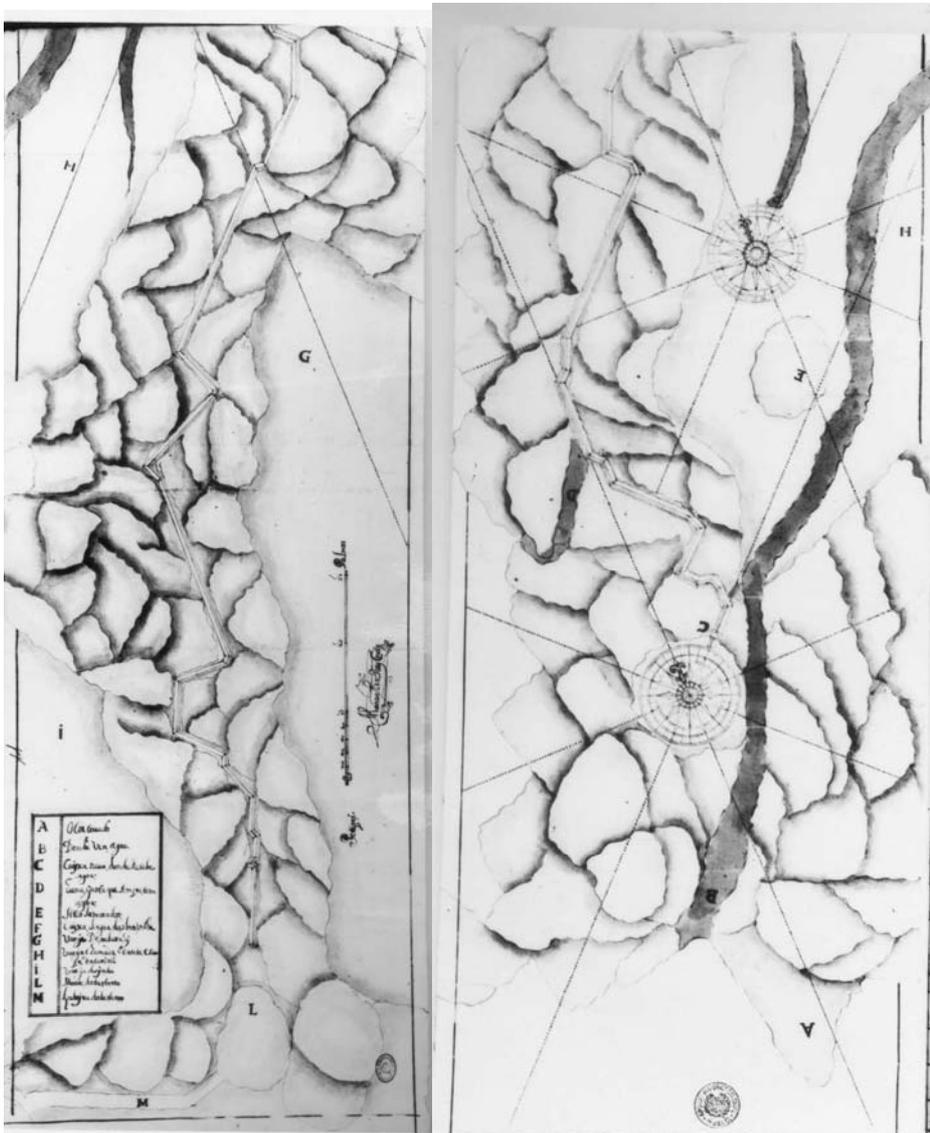


Fig. 21- Canos do Aqueduto da Carioca no Rio de Janeiro

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.3 FORTALEZAS CONSTRUÍDAS POR SILVA PAES NA ILHA DE SANTA CATARINA



Fig.22 - Ilha de Santa Catarina, cartografia séc.XVIII

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.3.1 Fortaleza Nossa Senhora da Conceição da Ilha de Araçatuba

Iniciada em 1742 e projetada por Silva Paes, último projeto para fortalezas em Santa Catarina na barra sul da Ilha, hoje encontra-se em ruínas por estar em ponto de difícil localização, entre a Ponta dos Naufragados, as ilhas dos Papagaios e a praia de Araçatuba, colocada num pequeno platô da ilha, com a forma circular, quatro braços de raio e armada de nove canhões. Posteriormente foi reforçada com mais seis, contando no total quinze canhões, deste modo tornou-se uma das mais importantes da Província.

O conjunto tem programa semelhante aos demais da ilha, onde os quartéis dos oficiais foram construídos juntamente aos quartéis da tropa e ao corpo da guarda e o paiol da farinha, mais atrás a Casa da Parlameta

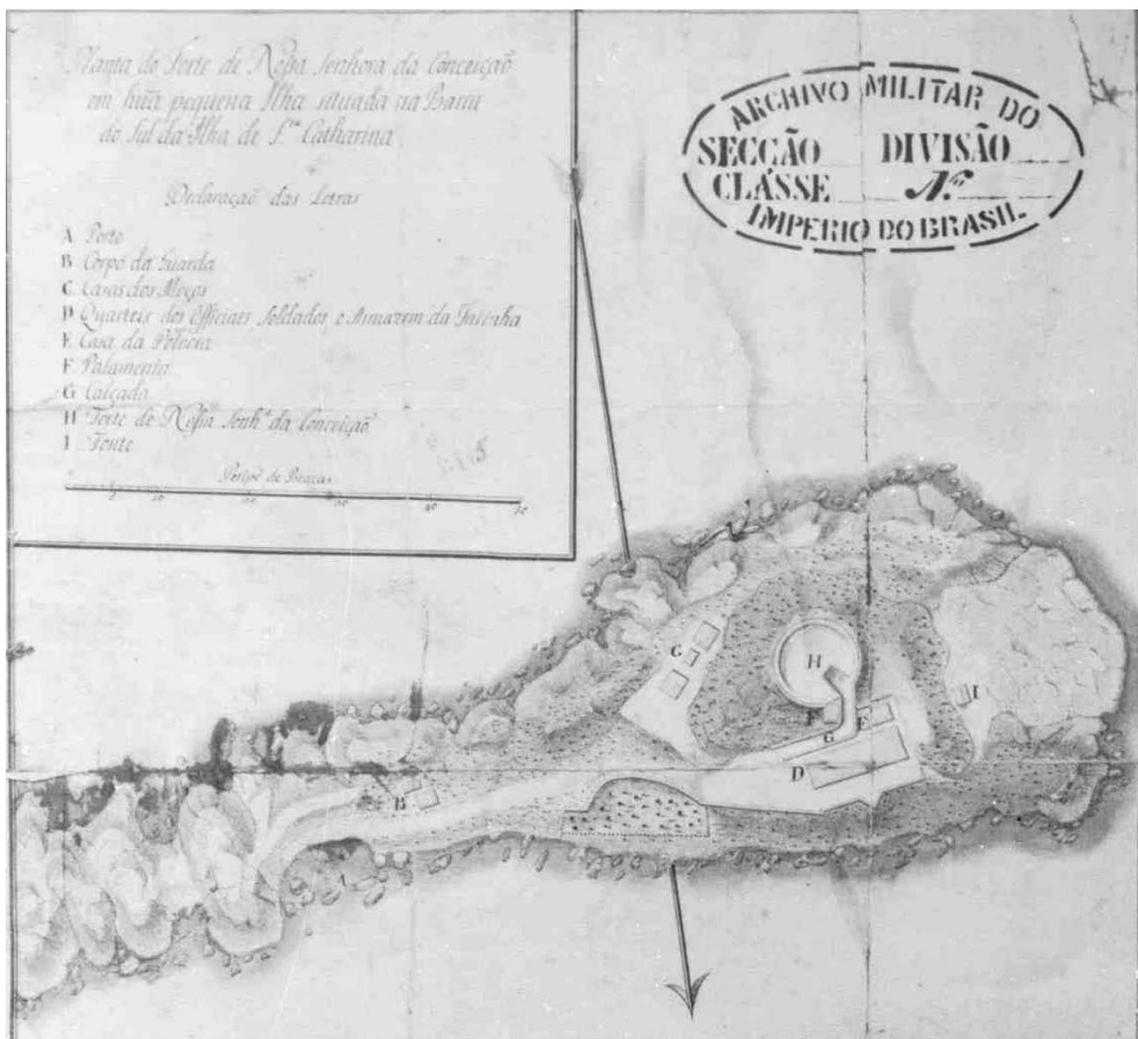


Fig.23 - Implantação Fortaleza Nossa Senhora da Conceição na Barra Sul

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

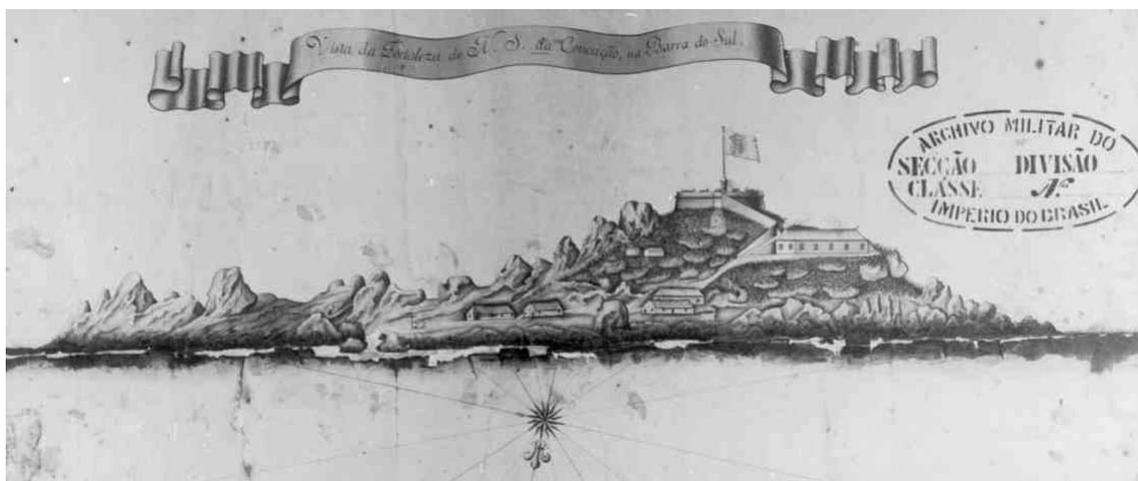


Fig.24 - Vista Fortaleza de Nossa Senhora da Conceição na Barra Sul

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.3.2. Fortaleza de Santo Antônio na Ilha de Ratonés

Na Ilha do Ratonés, terceira do conjunto triangular criado por Silva Paes, com construção linear voltada para o mar, teve início em 1740 juntamente com os trabalhos da Fortaleza de São José da ponta Grossa.

Existiam dois quartéis de oficiais, as maiores construções existentes na ilha divididos por um arco em tijolos; o paiol da farinha nesta fortaleza é associado ao quartel da tropa sendo este prédio reunido ao bloco anterior; o armazém da pólvora está mais afastado dos outros blocos e é a única construção de dois pavimentos, onde todo o conjunto se faz em alvenaria de pedras. Subindo um aclive dá acesso ao patamar superior, encontrando restos da construção dos alojamentos, os canhões ficavam do lado norte da Ilha de Ratonés e neste mesmo patamar dos canhões, à esquerda de quem entra na fortaleza, notamos outra escada com construções ruínas o qual é o paiol da pólvora acima já citado.

O forte é contido por um parapeito que se desenvolve em formato curvo e seguido retilinearmente para o nordeste, o acesso ao forte se dá unicamente por meio de uma portada de inspiração clássica, a entrada é interrompida por um pontilhão, sobre o qual passava a engrenagem de controle da ponte levadiça. Existem vestígios de um antigo fosso e possui um total de quatro guaritas vigiando o mar, duas delas na fachada principal.

O aclive primitivo desapareceu, bem como o antigo armazém que havia no "porto". O portal com abóbada antiga, está ainda perfeito não havendo mais nenhuma inscrição. O corpo da guarda é um outro quarto (não assinalado na planta primitiva) ainda perfeito.

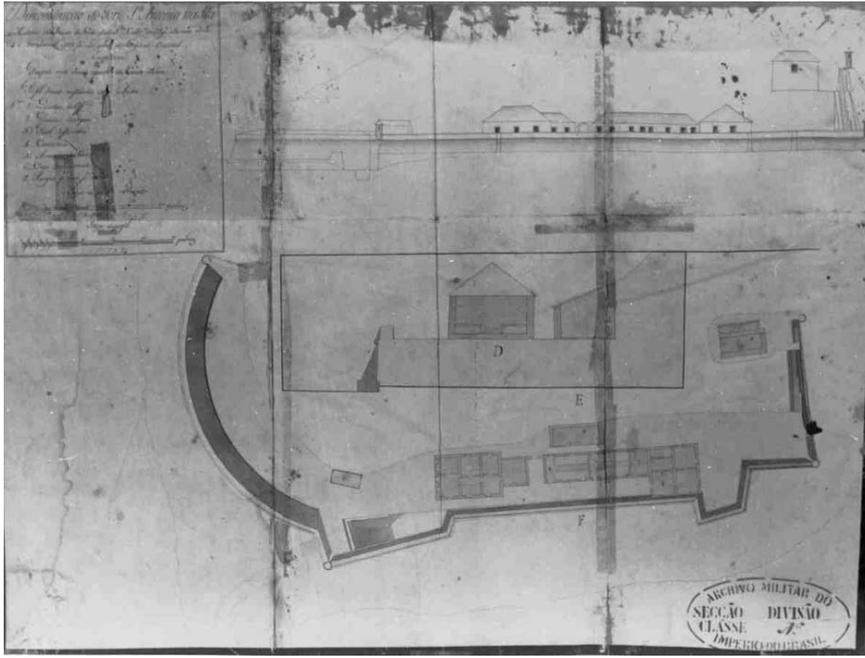


Fig.25 - Planta baixa e vistas da Fortaleza de Santo Antônio em Ratones
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)



Fig.26 - Implantação e vista da Fortaleza de Santo Antônio em Ratones
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.3.3 Fortaleza São José da Ponta Grossa

Teve início em 1740, localizada na ponta norte da Ilha de Santa Catarina, sua localização é quase defronte à Ilha de Anhatomirim; composta de quartel de comando, capela, armazém da pólvora, quartéis da tropa, cozinha, prisões e rampa.

As principais construções estão localizadas no alto dos terraços e as prisões ficam separadas do corpo principal da edificação. Seus muros possuem, nos principais ângulos, guaritas, algumas ainda nos respectivos locais de origem, outras caídas com partes destruídas.

Quanto à planta baixa, o quartel do comandante e a capela estão associados a casa da pólvora e a cozinha anexa ao quartel da tropa; as casas da parolmenta próximas ao forte possuem paredes auto-portantes e nos terraços os muros são de arrimo, sendo nos edifícios o material de alvenaria de pedra

Um barco inimigo, ao tentar entrar na baía norte, em razão dos ventos dominantes e do canal na baía, tendia a ser conduzido para o setor de tiro da Fortaleza de Santa Cruz; ao tentar evitar isto podia nas suas manobras a vela, cair no setor de tiro de São José da Ponta Grossa.

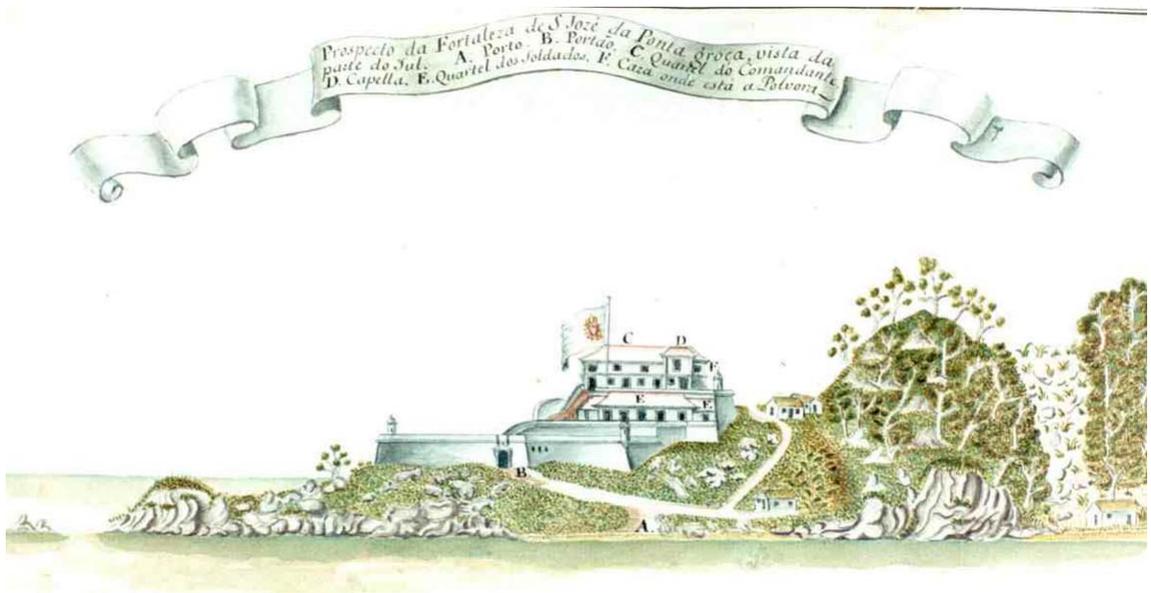


Fig. 27- Vista Fortaleza de São José

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

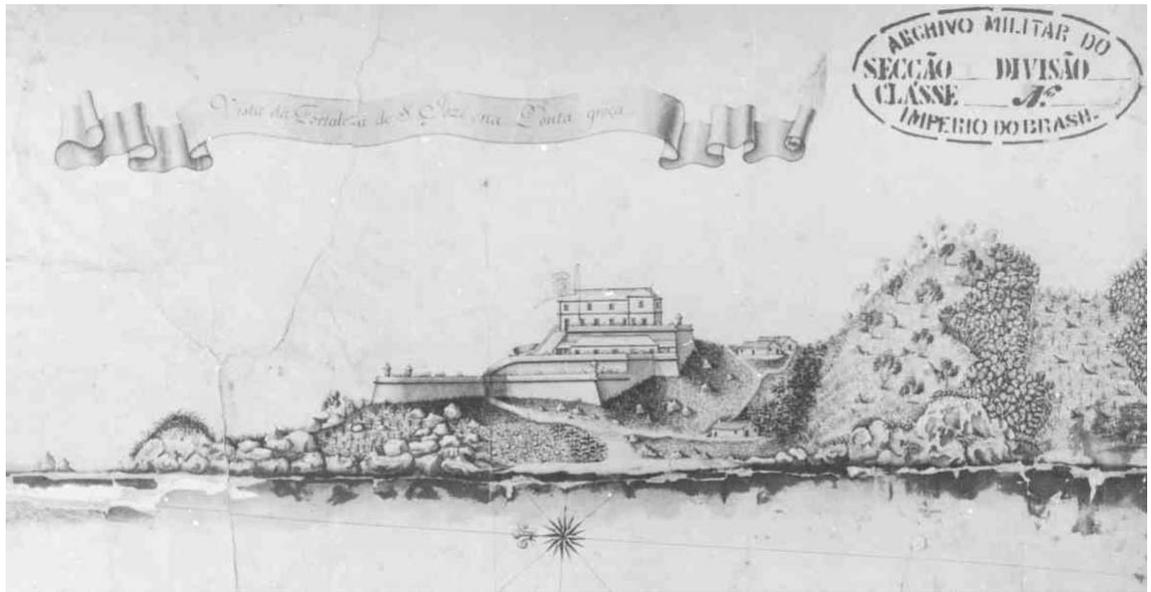


Fig. 28- Vista Fortaleza de São José II
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)



Fig. 29- Planta baixa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

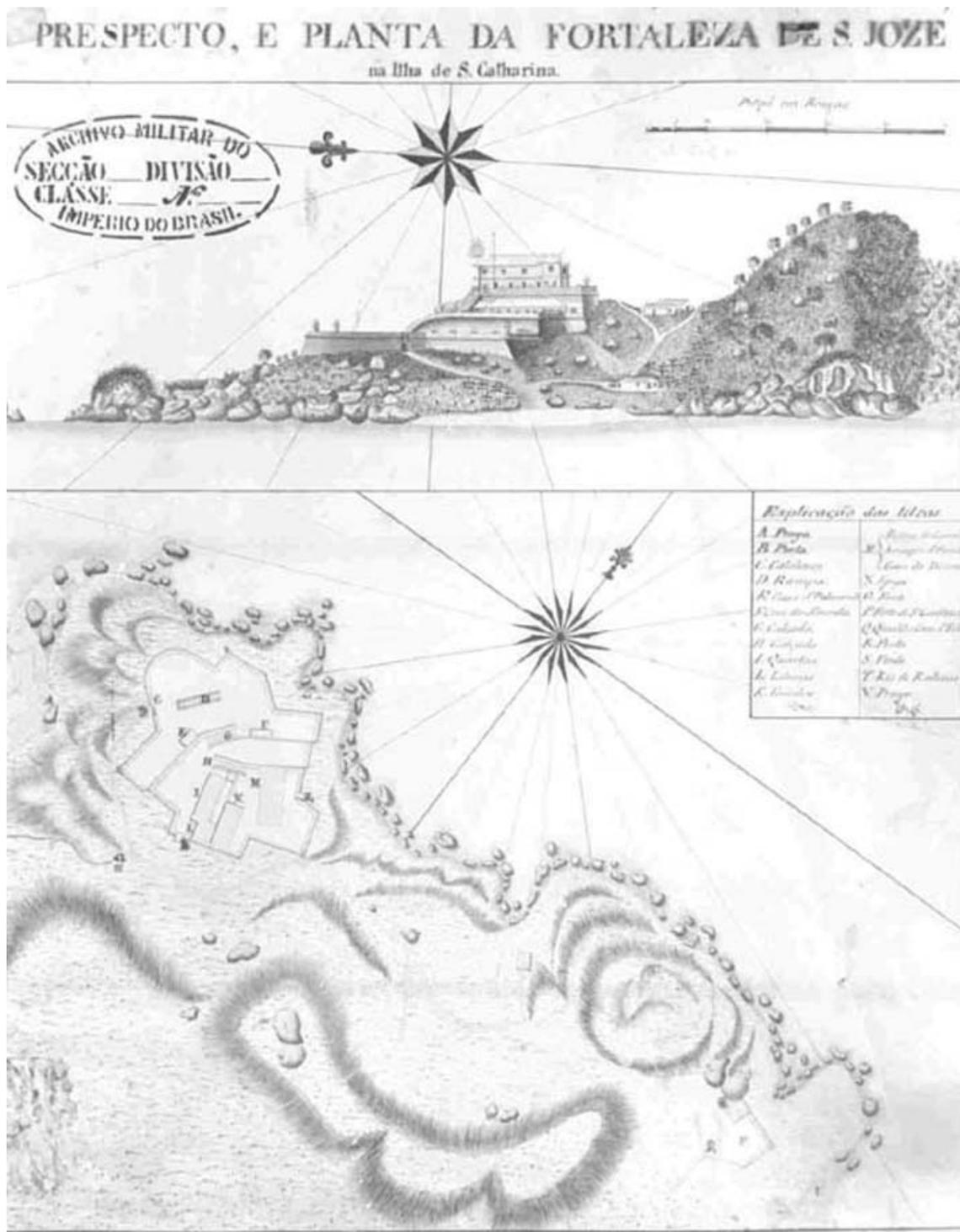


Fig. 30- Implantação e Vista da Fortaleza de São José da Ponta Grossa
(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.3.4 Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim

Construída nos anos de 1739 a 1744, ocupa toda a ilha de 45.000 m² e está situada na entrada da barra norte da Ilha de Santa Catarina, a 4.500 metros da Fortaleza de São José da Ponta Grossa e a 5.000 metros da de Ratoões; é a maior fortaleza construída por Silva Paes, além do tijolo e da pedra foi usado o lioz português, pedra semelhante ao mármore.

A entrada da fortaleza compreende escadaria, muralhas e pórtico. Nos anos de 1742-1745, Silva Paes esteve ausente do governo

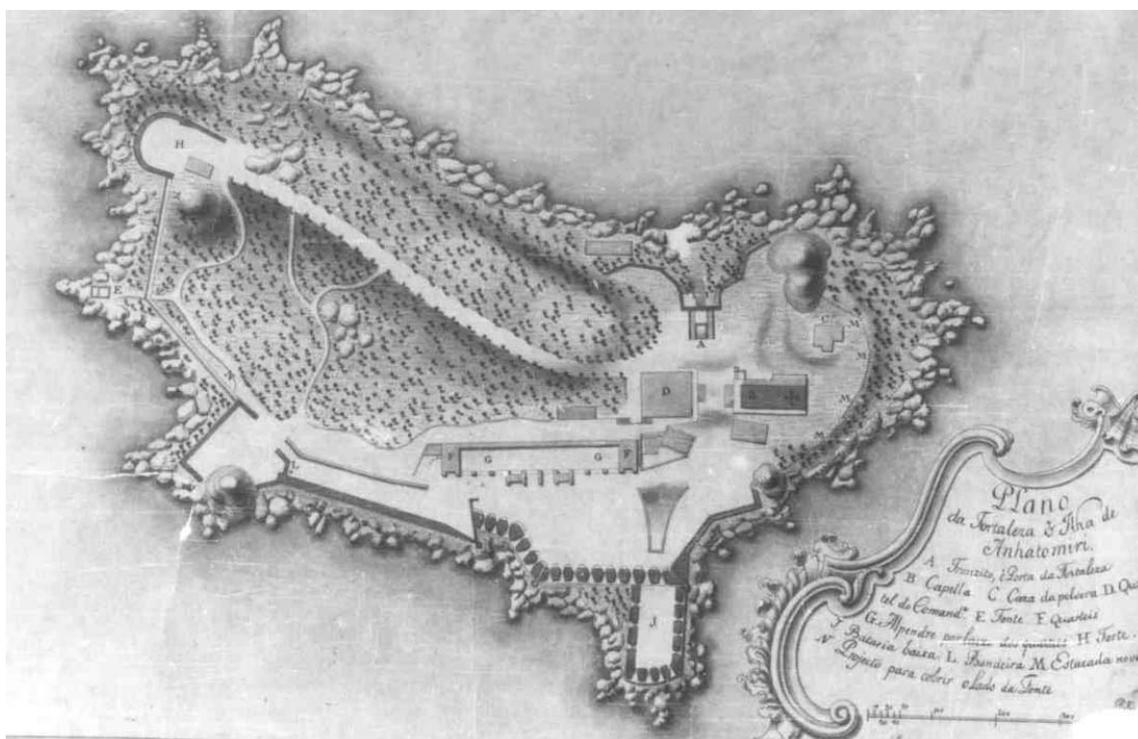


Fig. 31- Implantação Fortaleza de Santa Cruz em Anhatomirim

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

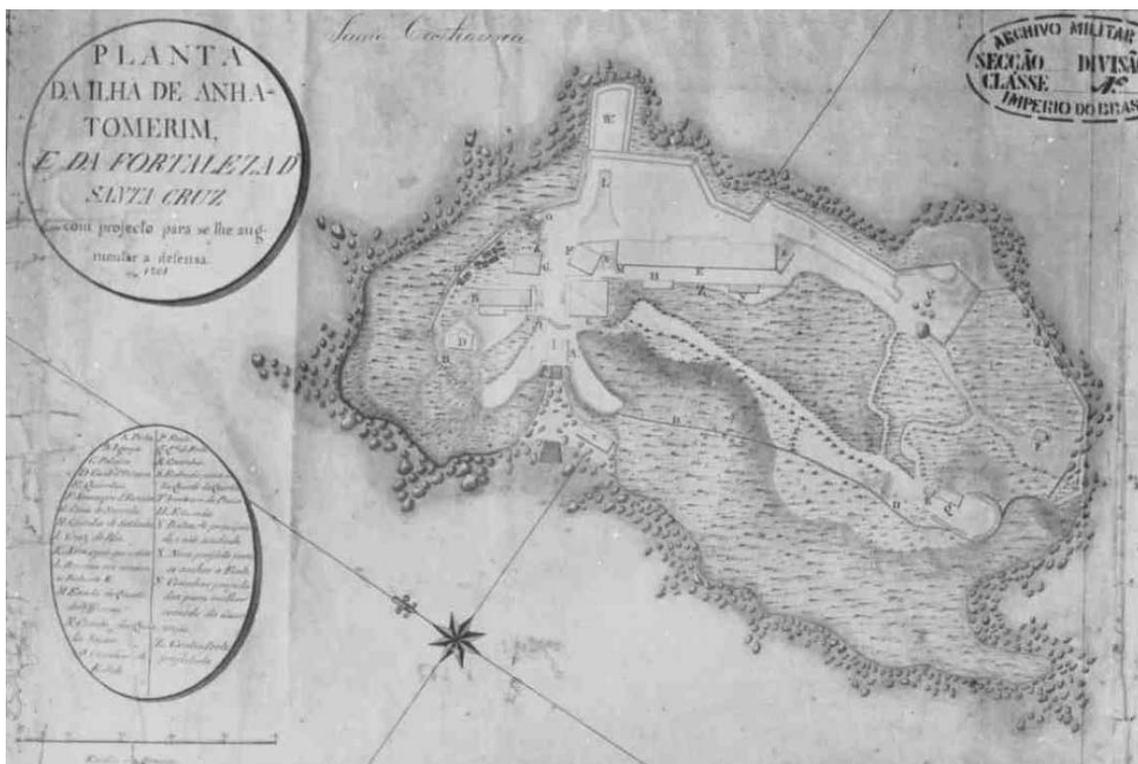


Fig.32- Implantação Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim (desenho do séc. XIX) (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

A seguir serão apresentadas cada edificação da Fortaleza: Quartel da Tropa, Pórtico, Casa do Comandante, Capela, Armazém da Pólvora.

Quartel da Tropa

Maior edifício da fortificação, localizado no terraço da principal bateria e voltado para a entrada da Barra Norte, quanto ao alojamento dos militares no desenho original o prédio apresenta suas arcadas abertas e sem contrafortes (pilar ou parede de pedra colocado externamente contra uma parede ou muro, para lhe dar maior solidez contra empuxos laterais), hoje apresentam contrafortes, uma hipótese seria de ter o próprio Silva Paes ou o responsável pela obra acrescentado os muros de contrafortes para proporcionar melhor estabilidade à construção. Outra modificação são as arcadas, que na planta original se apresentam abertas, enquanto notamos que na construção as arcadas laterais apresentam-se fechadas.

Ergue-se sobre o terraço da bateria principal voltada para o oceano, possui dois andares; 67,9x10,75 m no pavimento térreo e o pé direito 6,3 m. No térreo há uma extensa galeria, aberta em arcadas na frente e fechadas atrás pelo muro de arrimo da

encosta, onde na extremidade dessa galeria existe uma sala que dispunha de mezanino, hoje não mais existindo. O pavimento superior era subdividido por paredes de taipa e o projeto indica uma série de aposentos com entradas independentes (dormitórios), dispondo-se neste pavimento as dependências de estar e de comer.

Sobre os arcos se erguiam as paredes divisórias do andar superior e se apoiavam os barroteamentos do soalho deste pavimento, para eliminar os empuxos dos arcos sobre a parede frontal ela foi dividida em três partes, sendo que no terço central os maciços possuem uma base a espessura de 2,8 m, apresenta perfeita simetria, tornando-se monumental o resultado plástico.

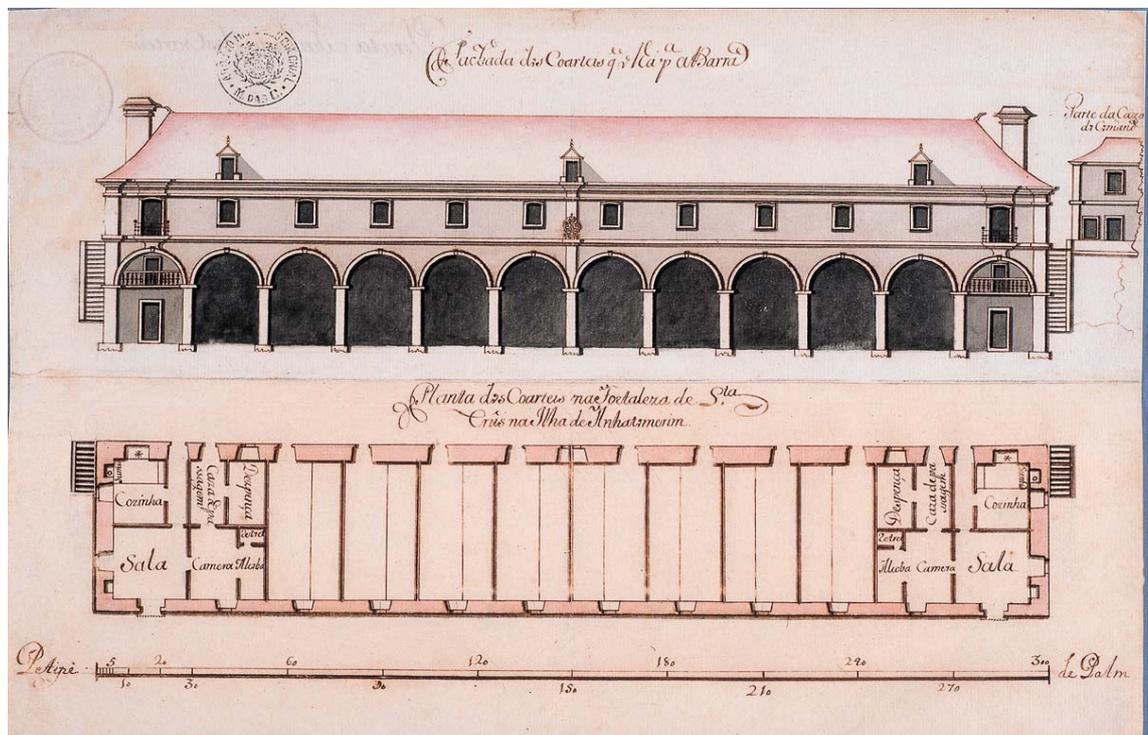


Fig.33- Quartel da Tropa na Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

Pórtico

A influência oriental neste pórtico é a presença de um par de maciços ao lado da entrada que lembram a arquitetura de um templo pagão; faz conjunto com escadaria em lioz português e as muralhas de planta curva que obedecem o sistema construtivo habitual em fortificações da época. Sobre o pórtico, encontram-se duas pequenas rampas paralelas, que dão acesso a uma guarita localizada sobre o vão da escada; a

entrada possui um corredor de 5,5 m de comprimento, coberta por uma abóbada de berço e o frontispício possui uma portada de cantaria (obra de pedra aparelhada).



Fig. 34- Pórtico na Fortaleza de Santa Cruz na Ilha de Anhatomirim

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

Casa do Comandante

Sobrado setecentista de linhas portuguesas, com portada de acesso em arco abatido e cantaria contornando a abertura principal. Possuía originalmente, sacadas de ferro forjado na janela central sobre a portada, suas calçadas e escadarias ainda guardam vestígios do lioz português original.

Possuindo dois pavimentos, onde cada andar é dividido em cinco salas, a técnica construtiva é de alvenaria de pedra com beiral tipo "beira saveira" (beiral constituído por camadas de telhas), ao contrário do quartel da tropa que possui "beiral de cimalha".

A maior parte do material era obtido na própria ilha com exceção da cal e madeira. Pela diferença de técnicas construtivas existentes entre as duas construções é provável que o desenho e coordenação das construções não tenha sido executada pelo mesmo autor.

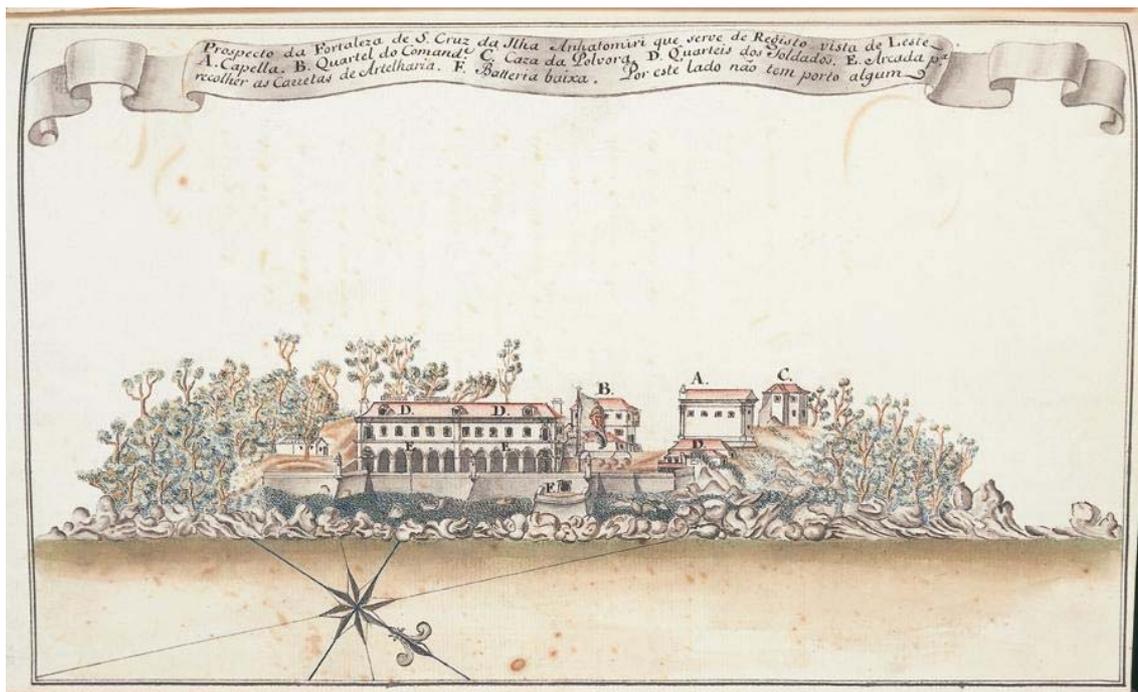


Fig. 35- Vista da Fortaleza de Santa Cruz

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

Capela

Em 1750 (nesta data o Brigadeiro Silva Paes não se encontrava mais no Brasil) o Conselho Ultramarino determinou que colocassem igrejas nas fortalezas, ao que parece as fortalezas excluindo Santa Cruz, nunca tiveram assistente religioso. A capela não existe mais pois ruiu nos finais do século XIX e no local foi construída outra residência, restando da capela apenas a portada com frontão em pedra lavrada.

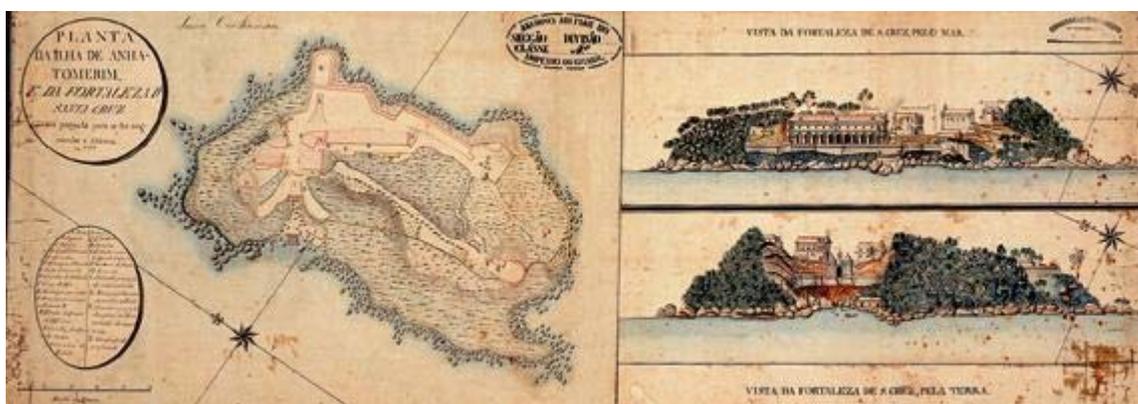


Fig. 36- Implantação e vistas apresentando Quartel da Tropa, Casa do Comandante, Igreja e Casa da Pólvora, além do Pórtico de Entrada.

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

Armazém da Pólvora

Situado na parte norte da ilha, no local mais alto, lá foi construído por estar mais distante das outras edificações, em caso de explosão as demais não seriam atingidas. Como o ângulo de tiro das Naus no séc. XVIII não conseguiriam atingir a mesma, escolheram este local mais íngreme. Possui dois pavimentos divididos em sala (no térreo possui o teto em abóbadas à prova de balas), caixa de escada e vestíbulo, destinava-se ao armazenamento da pólvora.

Originalmente além da porta de entrada, as únicas aberturas eram duas seteiras; também neste edifício foi usado o lioz português que vinha como lastro de navios.

2.3.3.5 Igreja Matriz

O projeto de Silva Paes só foi executado em 1753, tendo sido concluído somente em 1773; a planta baixa da igreja de Silva Paes era composta pelos seguintes elementos: nave (parte interna da igreja desde a entrada até a capela-mor), batistério, dois púlpitos, dois altares laterais, arco cruzeiro (arco de entrada da capela mor), altar da ordem terceira, altar do santíssimo, duas sacristias, altar mor, atrás do mesmo as tribunas (lugar reservado e elevado, com abertura em janelas para assistir as cerimônias religiosas). O local da Igreja Matriz está localizado onde se construiu a primeira igreja da ilha.

Do projeto original ainda resta o portal em cantaria de Lioz português, porém um alpendre neoclássico foi construído a sua frente obstruindo em grande parte a visão do portal.

Vista pela Frente da Igr^a Matriz



Fig. 37 - Fachada Igreja Matriz

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

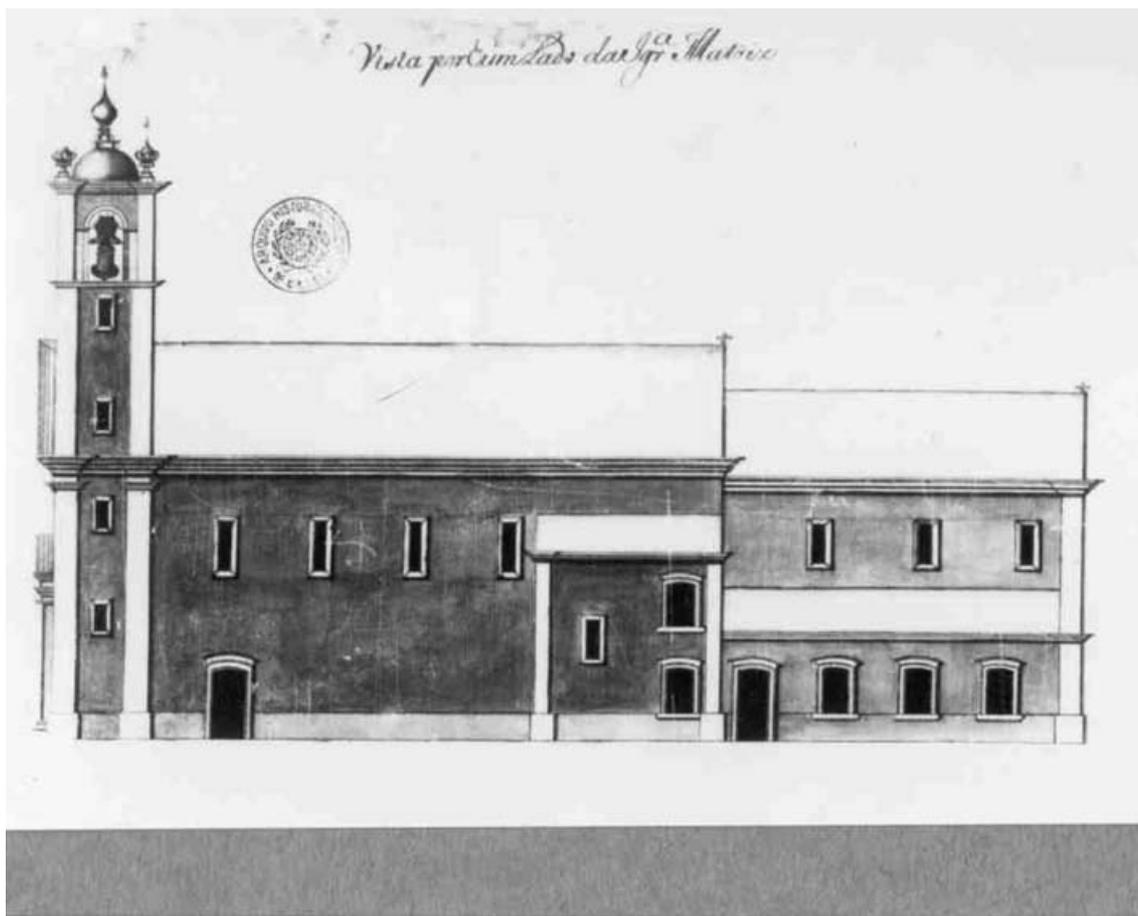


Fig. 38 - Vista e corte da igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina
(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

Plano da Igreja Matriz da Ilha de
Santa Catharina.

Tudo o que Leva à aguada vermelha, se acha concluido, e so thesalia oroboco,
e guarneção, os Altars, os Bafios, a scatha, e alguns pequenos ornatos de Cal;
o que vay de aguada amarela, está por fazer, e he o que se deve arrematar.

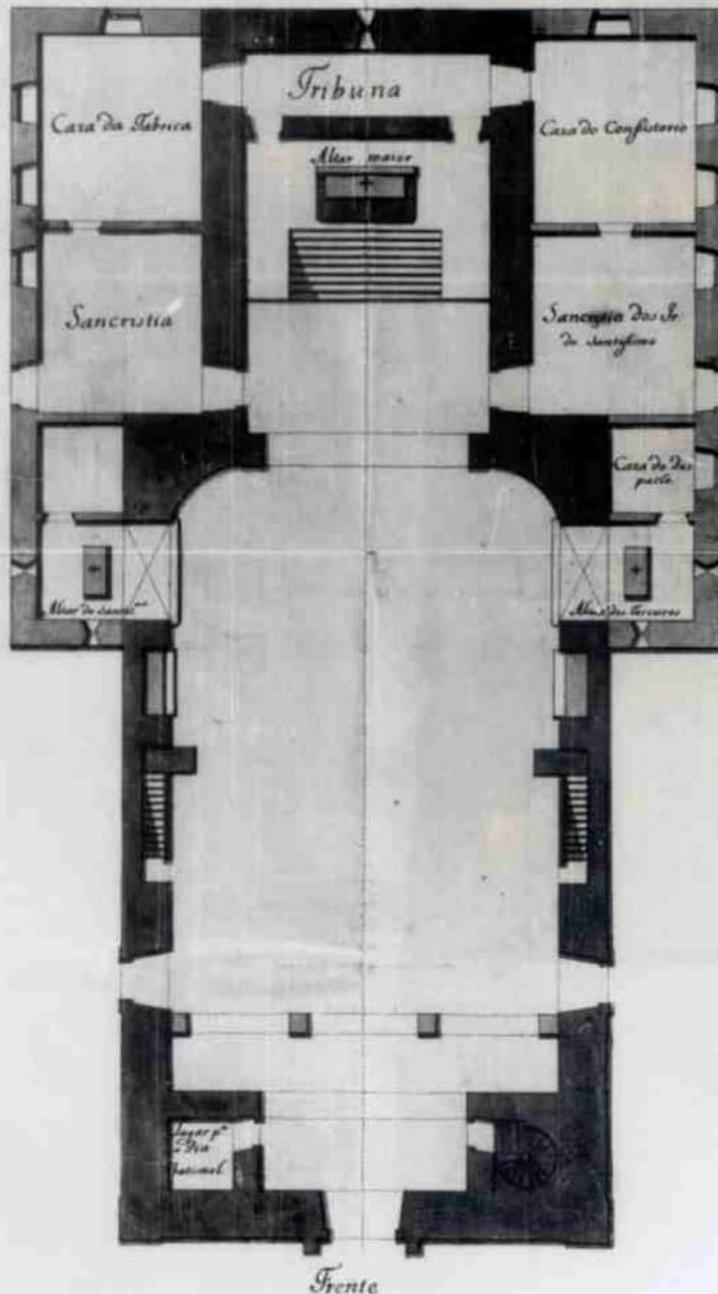


Fig.39 - Planta baixa da Igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina
(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

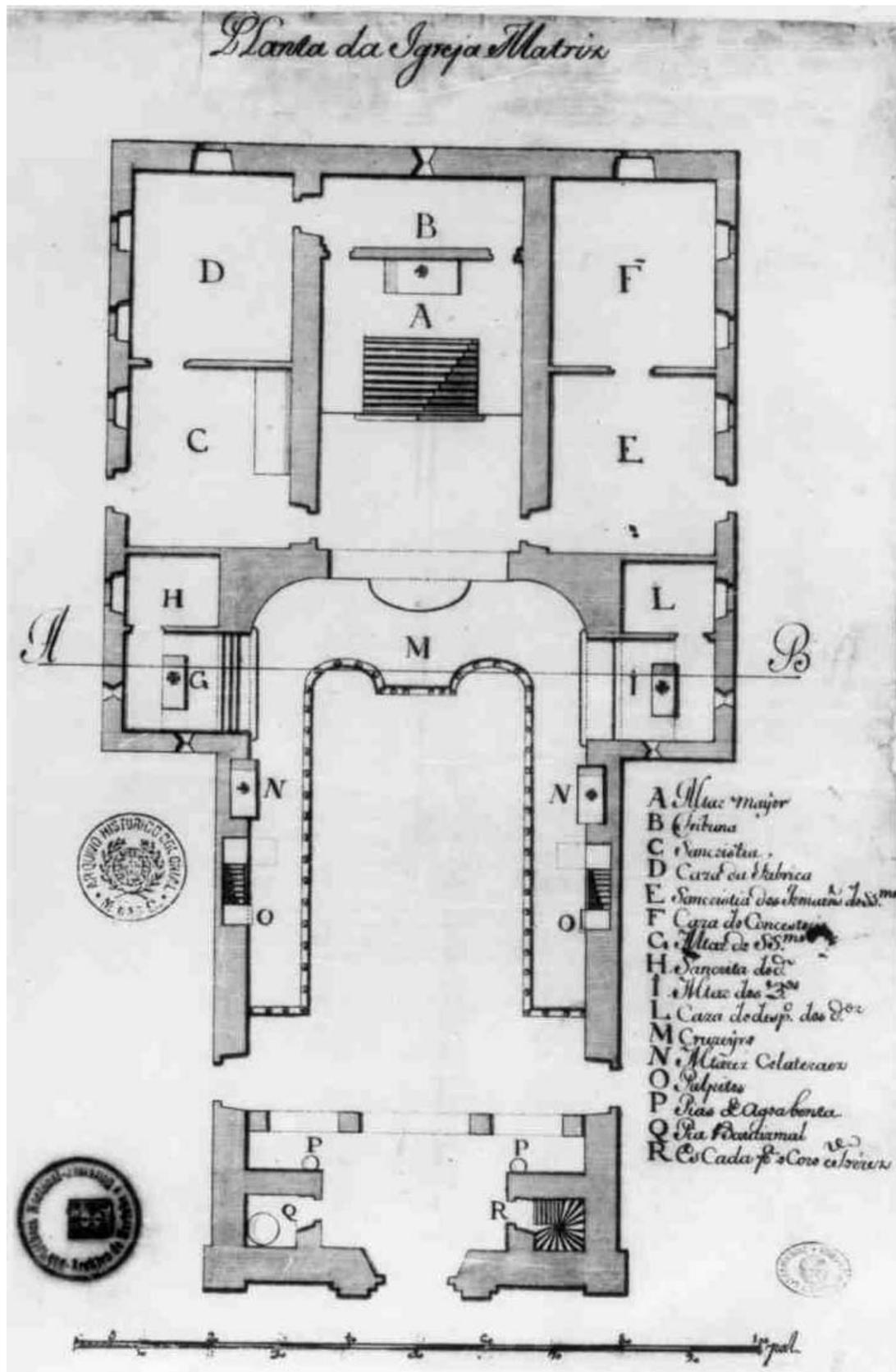


Fig.40 - Planta baixa da Igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina II
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

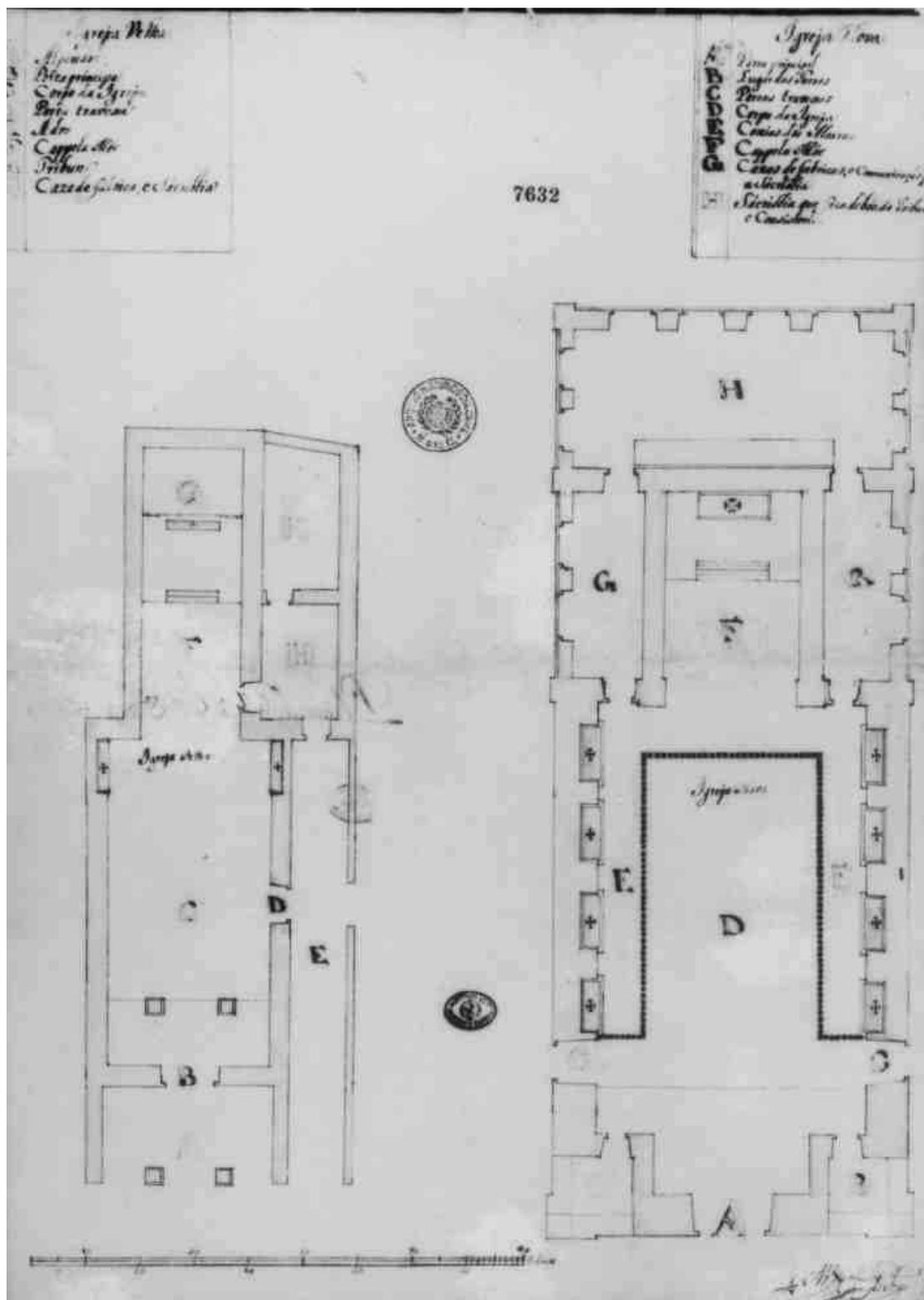


Fig.41 - Plantas baixas da Igreja Matriz na Ilha de Santa Catarina III
 (Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.3.6 Palácio do Governo

Brigadeiro Silva Paes foi o primeiro governador da Ilha de Santa Catarina, no período de 1739 a 1749, o qual executou os primeiros traços da nova casa do governo, o atual Palácio Cruz e Sousa. A data precisa da construção é ignorada onde as primeiras referências sobre o Palácio são relatos dos viajantes que passaram no séc. XVIII pela Ilha de Santa Catarina.

A fachada original apresenta os mesmos traços maneiristas, com características renascentistas encontrados em outras obras suas como exemplo o Palácio de Vendas Novas em Portugal.

Uma das questões observadas nas obras de Silva Paes é a dimensão, ou melhor, altura dos telhados os quais nos restauros não foram respeitados, esta questão estará possível de ser visualizada no quartel da tropa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa o qual foi executado a restituição fotogramétrica.

Da mesma maneira que na arquitetura civil o Palácio do Governo foi construído tendo o pavimento térreo para ambientes de serviço, negros e animais; no pavimento superior estavam os ambientes nobres de trabalho.

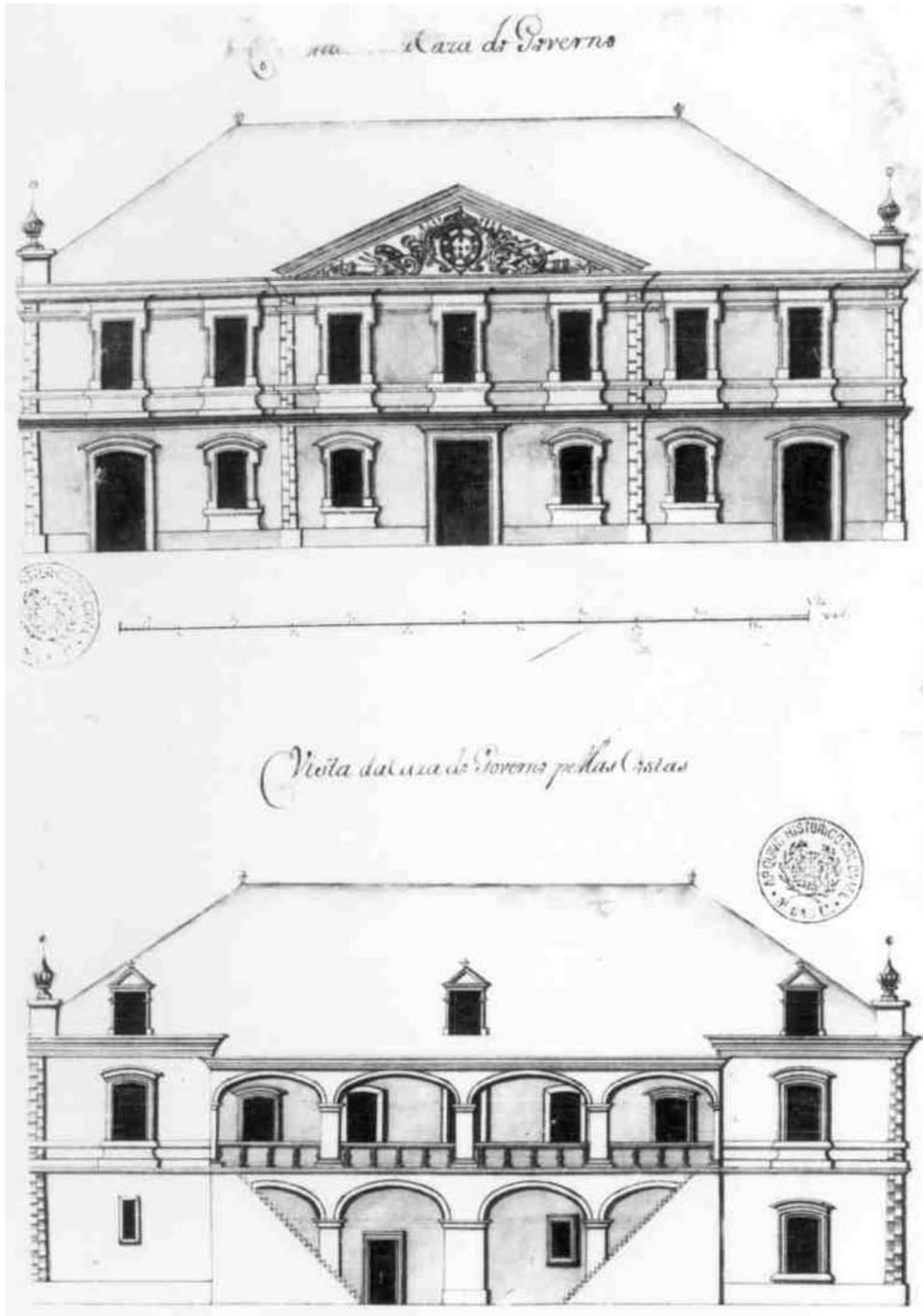


Fig.42 - Fachadas Casa do Governo

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.4.1 Forte da Vila – Jesus, Maria e José

O forte da Vila, ou do porto, foi iniciado por Cristóvão Pereira de Abreu quando por ordem de José da Silva Paes foi ocupar a posição ao Sul do Canal.

Com a chegada de Silva Paes a 19 de fevereiro de 1737 foi melhorado, tomando o nome do Jesus Maria José, tinha esse forte destinado a ligar o canal de acesso à povoação, possuía a forma de um retângulo com baluartes aos cantos, sendo o portão aberto em um dos pequenos lados; em seu interior continha paióis, armazéns e depósitos.

Construído o forte de Jesus Maria José, de área de 110 por 170 metros, foram levantados no seu interior 13 edifícios destinados a paióis, quartéis, etc., e para oeste, ao lado da ermida de Jesus Maria José, levantaram os povoadores as primeiras edificações civis, edificações muito pobres, de pau a pique com cobertura de palha ou couro.

A ânsia de resguardar a conquista, pela qual tanto se vinha almejando desde que aportara ao Brasil, e a grande força de seu caráter, impulsionavam o Brigadeiro a uma grande atividade de comando e administração.

Jesus, Maria e José foi fabricada como uma fortaleza regular com fossos, pontes levadiças e quartéis para a sua guarnição; neles se aquartelou todos os soldados. Principiou à importante fortificação do estreito, meia légua distante do porto, para residência das tropas e governador do presídio; em todos estes fortes montou suficiente artilharia, com destacamentos competentes para defender e conservar o que já fazia terror aos índios. Silva Paes erigiu, também, um templo dedicado à Senhora Santana.

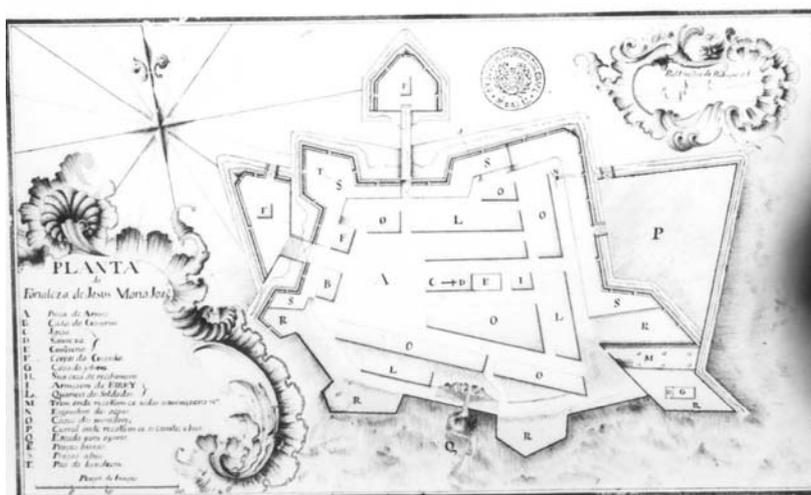


Fig. 48- Planta baixa Fortaleza Jesus, Maria e José

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.4.2 Forte de São Miguel

Construído por Silva Paes a 17 de outubro de 1737, sua finalidade era de posto para observar os movimentos dos espanhóis.

Ao novo forte, deu a forma de um quadrado com dois baluartes e dois meios baluartes aos cantos, tudo feito de alvenaria de pedra seca, para o que muito lhe favoreceu o material do morro.

Atacando a construção do forte, fez também construir em seu interior um armazém de 20 X 40 palmos, coberto de gêneros e munições, dando ao forte conveniente guarnição e armamento. Em 1763, pela invasão espanhola, foi cercado pelas forças inimigas que o intimaram a rendição; a partir daí não mais voltou às mãos portuguesas.



Fig. 49- Perspectiva Forte de São Miguel

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

2.3.4.3 Forte de Sant'Ana

Depois de 4 meses de seu desembarque, em junho de 1737, dava início Silva Paes à construção do forte de Sant'Ana, no estreito. Foram edificados 3 quartéis para oficiais de Infantaria, 2 para os de artilharia, todos de 120 palmos de comprimento, Casa para o Governo, para o Coronel de Dragões, e mais para o Sargento Mor, Corpo de Guardas de 100 palmos, armazém, hospital e casa para o tesoureiro e oficiais de Carpinteiro, cada um com 150 palmos.

A Igreja tinha 92 palmos de comprimento incluindo a Capela Mor e cruzeiro, por 40 palmos de largura; também foram edificados 4 quartéis pequenos para os soldados, um armazém de 105 palmos para a estocarem o couro, uma casa para o armeiro e um armazém da parte do Norte.

Com a cal trazida das caieiras da Ilha Grande, tijolos vindos do Rio de Janeiro e de Santa Catarina, que também fornecia a madeira, iam sendo substituídos os precários ranchos de pau a pique por edificações de caráter definitivo. Construíram-se, assim, os armazéns reais, a alfândega e um hospital.

A manutenção da fortaleza do Sacramento, fundada unicamente para manter acesso e cada vez mais a consagração política de soberania, fornecia os interesses:

1. O desenvolvimento clandestino do comércio com os castelhanos, a troca de prata do Peru.
2. A compra da courama, para o transporte da qual era aproveitada no regresso as embarcações portuguesas, que iam à Colônia do Sacramento.
3. A esperança e a cobiça da conquista de tesouros auríferos.

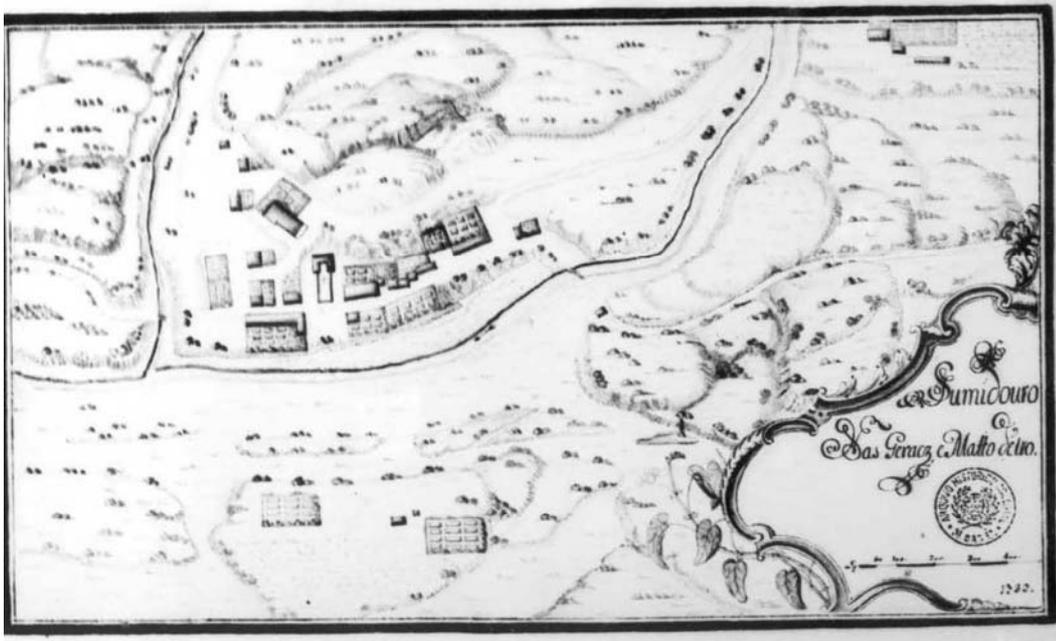


Fig.50 - Implantação Colônia do Sacramento

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)



Fig.51 - Planta Topográfica / Implantação Praça Nova Colônia do Sacramento

(Fonte: Arquivo Histórico Ultramarino - Lisboa)

CAPÍTULO 3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TRABALHO

3.1-INTRODUÇÃO À METODOLOGIA

As pesquisas historiográficas sobre as obras do Brigadeiro Silva Paes iniciaram-se em Portugal dos anos de 1990 a 1992; no ano de 1990 fez-se a microfilmagem dos documentos relativos à Capitania de Santa Catarina, Cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Arquipélago dos Açores, Arquipélago da Madeira, referente ao século XVIII., cuja Bolsa de Pesquisa havia sido fornecida pelo Instituto de História da Arte da Universidade de Coimbra, através da Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses (CNPDP) em Portugal. Segue abaixo relação dos locais pesquisados:

Pesquisas Historiográficas nos arquivos em Portugal Continental, Açores e Madeira

Março \ Abril de 1990

LISBOA = Ultramarino / Nacional da Torre do Tombo / Histórico Militar / Biblioteca Nacional

COIMBRA = Biblioteca Central / Biblioteca do Instituto de História da Arte da Universidade de Coimbra

PORTO = Biblioteca da Faculdade Portucalense

AÇORES = Biblioteca da Universidade Regional

MADEIRA = Biblioteca Central da Região Autónoma da Madeira

Setembro/Outubro

Pesquisas Arquivistas nos Arquivos:

MADEIRA = Região Autónoma da Madeira

LISBOA = Histórico Ultramarino / Nacional da Torre do Tombo

Pesquisas Historiográficas no Brasil:

Pesquisas nos arquivos históricos em: Março \ Abril de 1990

RIO DE JANEIRO = IBPC - Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural / Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro / Ministério da Marinha / Biblioteca Nacional / Arquivo Nacional

SANTA CATARINA = IBPC - Região Santa Catarina / Instituto Histórico e Geográfico Catarinense / Biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina./ Instituto do Patrimônio Cultural Catarinense

No ano de 1992 continuou-se as pesquisas historiográficas em Portugal, fez-se as microfilmagem complementares dos documentos relativos a Capitania de Santa Catarina, Cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Açores, Madeira, Portugal Continental, Rio Grande de São Pedro, Colônia do Sacramento, referentes ao século XVIII, concluindo o trabalho iniciado em 1990 para publicação da obra "Novos Dados para Análise das Obras Arquitetônicas do Brigadeiro José da Silva Paes. As pesquisas foram interrompidas no ano de 1992 e apenas reiniciadas para a atual tese.

Pesquisas Historiográficas nos arquivos em Portugal Continental, Açores e Madeira

Maio/Junho de 1992

LISBOA = Ultramarino / Nacional da Torre do Tombo / Biblioteca Nacional / Gabinete de Estudos Históricos de Fortificação e Obras Militares

Após o estudo historiográfico das obras do Brigadeiro Silva Paes foi escolhido um de seus projetos para ser trabalhado a fotogrametria arquitetural digital, como o equipamento utilizado foi desenvolvido para a aerofotogrametria, o mesmo teve que sofrer rotações de coordenadas. Desta maneira aplicou-se a técnica da fotogrametria arquitetural com tratamento computacional para levantar com detalhes e precisão a fachada do monumento histórico escolhido para ser analisado na Tese. Obteve-se um arquivo numérico com coordenadas tridimensionais que permite restituir a fachada em qualquer escala, inclusive com ampliação de detalhes. **Estas informações permitem a restauração parcial ou total deste monumento histórico preservando as suas formas e dimensões originais. A fotogrametria representa uma forma avançada de documentação (arquitetural) sob ponto de vista científico, técnico e econômico.**

3.2- A QUESTÃO BÁSICA DA PESQUISA

A questão básica da pesquisa está na relação entre o PATRIMÔNIO HISTÓRICO NA ARQUITETURA x TECNOLOGIA, neste caso específico da tese a fotogrametria arquitetural. O porquê da escolha desta edificação, ou seja o Quartel da Tropa na Fortaleza de São José da Ponta Grossa, está em ser um dos projetos do Brigadeiro Silva Paes e única fortaleza projetada na Ilha de Santa Catarina por ele que não esteja em uma das pequenas Ilhas ao redor da Grande Ilha, desta maneira não foi necessário o deslocamento por embarcações, a proximidade facilitou o trabalho no manuseio com os equipamentos, o qual reduziu significativamente os recursos financeiros. Outra questão na escolha foi por não ter que deslocar andaimes para a edificação facilitando o estudo, uma vez a tecnologia sendo viável para a fotogrametria terrestre, com o equipamento desenvolvido para a aerofotogrametria ou seja o restituidor fotogramétrico SSK Image Station, o mesmo seria viável para qualquer outra obra arquitetônica.

A análise de dados foi executada “in loco”, não apenas pesquisando a documentação nos arquivos históricos brasileiros e portugueses, mas visitando e estudando todas as obras projetadas ou que sofreram intervenção por Silva Paes.

3.3- INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- a) **Câmara análogica semi-métrica Pentax Pams-645** de médio formato; devidamente calibrada para diapositivos com tamanho nominal de 6,0x4,5cm, com constante de câmara de 44,10mm e dispositivo de vácuo;



Fig.52 Câmara análogica semi-métrica Pentax Pams-645 de médio formato

Câmaras Métricas:

- elaborada e calibrada especificamente para que seja possível obter medidas nas fotos;
- a orientação interna é conhecida e estável, os parâmetros de calibração para distância focal, coordenadas do ponto principal e distorções das lentes podem ser utilizados por muito tempo;
- tem foco fixo;
- possuem marcas fiduciais incorporadas em seu plano focal para permitir a recuperação dos pontos principais com exatidão;
- contém placa de vácuo para manter a planura do filme;
- a disponibilidade comercial é limitada.

b) Estação total Zeiss Rec Elta 15C



Fig.53 Estação total Zeiss Rec Elta 15C

c) *Scanner de diapositivos SCAI* da empresa ZEISS; com resolução máxima de 7 μ ;



Fig 54 *Scanner de diapositivos SCAI* da empresa ZEISS

- d) **O kit SSK**, tem o objetivo de transformar um Personal Computer (PC) em uma estação fotogramétrica digital; são instalados alguns novos equipamentos.
- e) 3D Lab's Wildcat 4000 Stereo Frame Buffer (**placa de vídeo especial**);
- f) **CrystalEyes(r) Stereo Kit** - inclui um óculos para a visualização em 3D; 3D Mouse.
- g) Acompanham o kit SSK uma **série de aplicativos** como:
 - Image Station Photogrammetric Manager (ISPM);
 - Image Station Digital Mensuration (ISDM);
 - Image Station Feature Collection
 - Image Station Stereo Display , os quais são indispensáveis para fotogrametria arquitetural.



Fig 55 Kit ImageStation SSK, restituidor fotogramétrico

O sistema operacional em que o SSK está instalado é o Windows NT 4.0, em um computador Pentium III com processador de 1Ghz e 1024 Mb de memória (RAM); software Microstation para associação das ortofotos ao banco de dados

3.4- DELINEAMENTO DA PESQUISA TECNOLÓGICA

Métodos Utilizados com Relação a Pesquisa Fotogramétrica

Os procedimentos visam a exploração de equipamentos e software para documentação da edificação do quartel da Tropa na Fortaleza de São José, o trabalho divide-se nas seguintes etapas:

3.4.1- CALIBRAÇÃO DA CÂMARA MÉTRICA (a mesma já estava calibrada na Suíça para a execução do trabalho); seguem os processos a serem executados quando da necessidade de calibrá-la

3.4.1.1- Planejamento do processo de calibração

Obtenção dos parâmetros referentes à orientação interna da câmara;

Preparação da sala para a tomada das fotografias;

Preparação da câmara para obtenção das fotografias;

3.4.1.2- Obtenção das fotografias

Projeção do modelo de calibração;

Tomada das fotografias com diferentes posições;

Medir a distância dos pontos de controle no grid projetado;

Transferir as fotografias para o computadores;

3.4.1.3- Projeto de calibração

Iniciar novo projeto;

Inserir as fotografias;

Marcar os pontos de controle em cada fotografia;

Processar a calibração.

3.4.1.4- Processo de Calibração

3.4.1.4.1- Escolha do método de projeção do modelo

O modelo de calibração é um quadro de marcas (grid) conforme a figura 56:

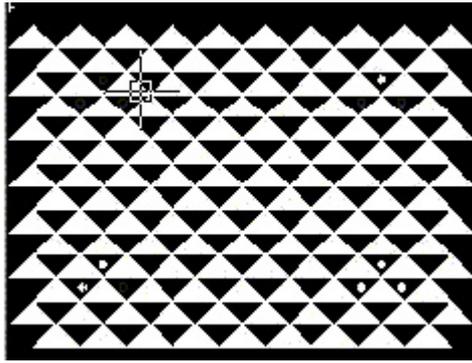


Figura 56 : Modelo do slide para calibração da câmara

Cuidados com o modelo de calibração:

1. O modelo de calibração deve ser plano, sem ondulações, deve estar limpo, sem sombras e sem grandes marcas;
2. Deve preencher todo campo de visualização da câmara, contendo os quatro pontos de controle em todas as fotografias;
3. Deve-se focar as fotografias sobre o modelo (pequenas manchas devido à insuficiente profundidade do campo são aceitáveis). As fotos devem ter um bom contraste. Deve haver uma margem entre a área preta e a branca no modelo e todas as fotos devem ser tomadas com o mesmo foco;
4. Os pontos de controle são indicados por círculos vazios ou preenchidos:

Ponto de controle 1: três círculos vazios;

Ponto de controle 2: um círculo cheio;

Ponto de controle 3: dois círculos cheios;

Ponto de controle 4: três círculos cheios.

Deve-se observar a posição do slide projetado para que o modelo apresente os três círculos vazios no canto superior esquerdo. Se o modelo estiver disposto em outra posição a calibração estará errada.

5. O modelo de calibração deve ser perfeito, sem grandes distorções. Por exemplo, se o modelo de calibração tem um metro de largura, a diferença entre A e B deve ser menor que 2,5 cm de largura.

O Camera Calibrator baseia-se na distância entre os pontos 1 e 4 no modelo projetado para medir a escala. Essa distância é obtida no momento em que as fotos de calibração são tomadas. A medida é feita com uma fita métrica, procurando obter a medida mais exata o possível.

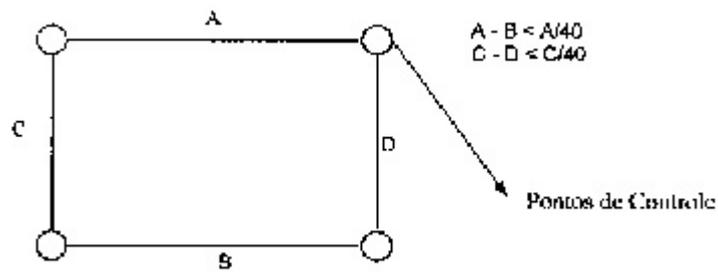


Figura 57 : Locação dos pontos de controle

3.4.1.4.2- Tomada das fotografias

A tomada das fotografias deve ser planejada com a finalidade de facilitar o processo de calibração. Alguns cuidados são necessários para a tomada das fotografias:

1. Tamanho da sala: a sala deve ser grande o suficiente para acomodar o projetor de slide e deve possuir parede limpa para projeção;
2. Tipo de parede: a parede deve ser plana, sem irregularidades e sem papel de parede e estar limpa;
3. Iluminação da sala: a iluminação deve ser controlada para se obter o máximo contraste do slide;
4. Uso do tripé: recomenda-se utilizar o tripé para facilitar a tomada das fotografias;
5. Uso do flash: não é recomendado utilizar flash na tomada das fotografias se utilizar o projetor de slide, podendo senão desaparecer o grid. Se não for possível desligar o flash, deve-se cobrir com papel ou fita;

6. Foco da lente: todo o slide de calibração deve estar em foco. Quanto maior o ângulo da lente, mais a câmara tende a se aproximar da parede, podendo ocorrer problemas com a profundidade de campo;
7. Aquecimento do projetor: aquecer o projetor por cinco minutos antes da tomada das fotografias ou medição da escala;
8. Posições a serem tomadas as fotografias:

Para se obter os dados necessários para a calibração da câmara são necessários seis ou mais fotografias tomadas de diferentes ângulos. Utilizou-se oito fotografias do slide tomadas nas seguintes posições:

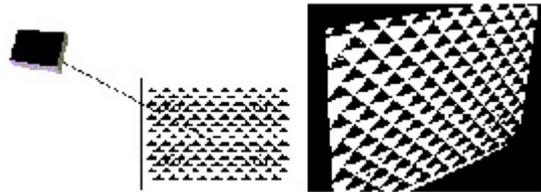


Foto 1 : Posição Superior Esquerda

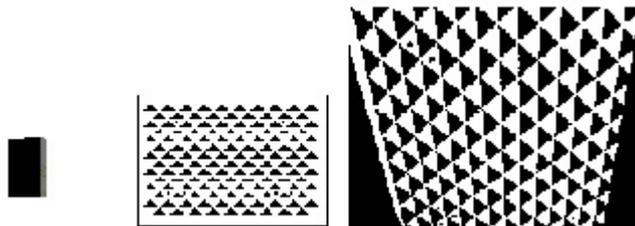


Foto 2 : Posição Média Esquerda

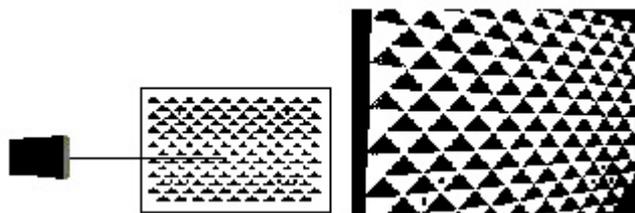


Foto 3 : Posição Média Esquerda Paisagem

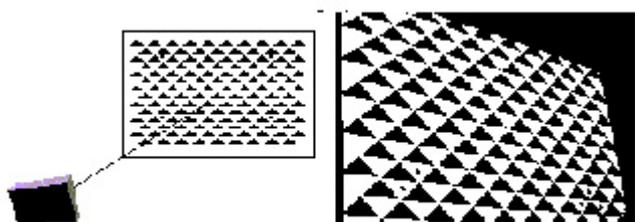


Foto 4 : Posição Inferior Esquerda

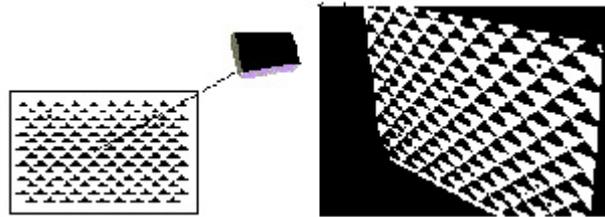


Foto 5 : Posição Superior Direita

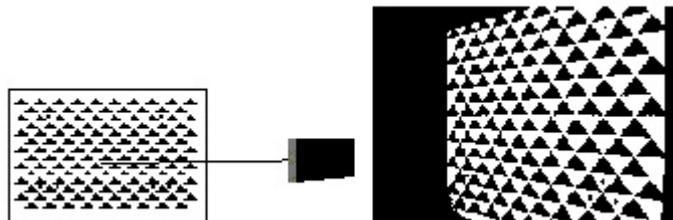


Foto 6 : Posição Média Direita

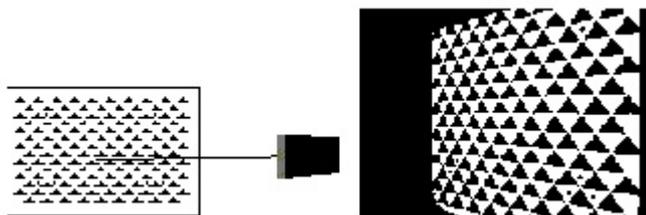


Foto 7 : Posição Média Direita Paisagem

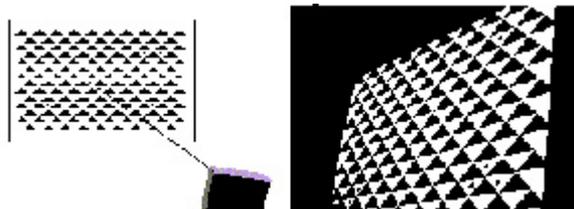


Foto 8 : Posição Inferior Direita

Figura 58 (Fotos 1 - 8): Posições da câmara

3.4.1.4.3- Transferência para o meio digital

As oito fotos da câmara digital devem ser transferidas para o computador. O software Camera Calibrator utiliza fotografias digitais em vários formatos, como: Targa – TGA, TIFF, GIF, PCX, DCX, BMP, DIB, JPEG, WMF, WPG, PICT, IFF, PhotoShop-PSD.

3.4.1.4.4- Parâmetros Internos da Câmara

Os parâmetros referentes à orientação interna da câmara são obtidos do manual da câmara, como o nome da câmara, tipo de câmara, distância focal, tamanho do formato (largura e altura) e os pontos principais (x e y). No software Calibrator anota-se o tipo de câmara utilizada, seus parâmetros internos e a distância focal das lentes.

3.4.1.4.5- Folha de papel para Projeção

Durante o processo de calibração o Software Calibrator solicita as dimensões de uma folha de papel com dimensões conhecidas. Para isso, deve-se fotografar uma folha de papel (neste caso utilizou-se uma folha A-4) e obter a medida da distância da câmara ao objeto.

Seleciona-se a foto do papel no software Calibrator e insere-se as dimensões da folha medida e a distância da câmara ao objeto.

3.4.1.4.6- Inserção das fotografias

Deve-se mover as fotografias obtidas do modelo de calibração para um diretório que não tenha nenhuma outra foto. Seleciona-se as fotografias e abrindo-as uma de cada vez.

3.4.1.4.7- Marcação dos pontos de controle

Uma caixa de diálogo aparecerá, onde deve-se marcar em cada fotografia os pontos de controle.

3.4.1.4.8- Processando a calibração

Após marcados os pontos de controle, deve-se verificar se existe ainda algum erro e então, mandar processar a calibração.

Após o término da calibração, surgirá uma mensagem indicando que a calibração foi um sucesso. Caso a calibração não se complete, deve-se retornar as fotos e verificar a existência de algum erro.

3.4.1.4.9- Resultado da calibração da Câmera Métrica Pentax executado na Suíça

NOME DALENTE : smc PENTAX-A 645 1:2.8 45mm
CONDIÇÃO DALENTE : 8.0 m

NÚMERO DA LENTE : 4121586
CORPO NÚMERO : 710073
DATA :1995/08/11

	X(mm)	Y(mm)
MARCA FIDUCIAL	F1: -26.149	17.013
MARCA FIDUCIAL	F2: -26.265	-17.009
MARCA FIDUCIAL	F3: 26.144	-17.009
MARCA FIDUCIAL	F4: 26.258	17.005
MARCA FIDUCIAL	F5: -25.101	17.013
MARCA FIDUCIAL	F6: -25.220	-16.994
MARCA FIDUCIAL	F7: 25.101	-16.992
MARCA FIDUCIAL	F8: 25.211	17.006

DISTANCIA PRINCIPAL : 45.643 (mm)

3.4.2 -Procedimento de campo com câmara métrica PENTAX PAMS 645

O procedimento em campo inicialmente está no trabalho com a câmara métrica posicionada paralelamente a fachada, cujas fotos foram tiradas a 8m da fachada simulando o mesmo que um vôo aerofotogramétrico, ocorrendo uma sobreposição de 60% entre as fotos. O procedimento a que se refere é o mesmo na aerofotogrametria por ser o equipamento SSK ImageStation desenvolvido para restituição aerofotogramétrica.

A câmara Pentax é uma câmara profissional na área de médio formato com indicação para o uso do filme Ectacrome 64/220 (64-baixa velocidade, granulação fina), não deve-se utilizar o filme Ectacrome 120, pois o mesmo possui um papel atrás da película do filme e no momento que a câmara de vácuo (indispensável para eliminar as distorções geométricas das fotografias) deveria atuar no filme para que este ficasse sem deformação, ao invés da caixa de vácuo deixar o filme sem deformação este irá deixar plano o papel atrás da película, ou seja não resultando o objetivo esperado.

O processo de revelação é E-6, aquele em que o filme é revelado e seco naturalmente a frio; o filme deve ser mantido sob refrigeração até o momento de ser utilizado, pois caso contrário perde sua qualidade.

3.4.3.- AQUISIÇÃO DE DADOS NOS PONTOS DE CONTROLE NA FACHADA DA FORTALEZA :

Os pontos de controle foram confeccionados no Auto-Cad, com dimensões de 3cm de diâmetro e impressos em papel; os quais foram fixados na fachada da edificação para execução de medições das coordenadas, auxiliando na construção do modelo tridimensional.

Os pontos de controle são colocados de tal maneira na fachada que quando executada a sobreposição dos 60% a cada duas fotos seja possível observar nestes modelos pelo menos 4 pontos de controle que apareçam simultaneamente.

As medições dos pontos de controle foram executadas com a estação total Rec Elta 15C de fabricação Zeiss, todos os pontos de controle fixados na fachada da fortaleza foram visualizados pela estação total de pelo menos duas posições da estação, desta maneira pode ser feita a leitura e contra-leitura, tornando precisas as medições através da intersecção de duas visadas do mesmo ponto, sendo determinado a posição espacial dos pontos através de um sistema de coordenadas.

3.4.4.- ESCANERIZAÇÃO

O *scanner* 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 pretende com o processamento das fotografias métricas gerar um arquivo em formato digital. Os *scanners* que são usados para gerar uma imagem com o propósito da fotogrametria digital devem ser evidenciados, principalmente, pelas seguintes características:

1. elevada resolução ótica (acima de 600 dpi chegando até 7 μ m);
2. sistema de varredura com as células fotoelétricas para fotografias coloridas ou para fotografias em preto e branco;
3. sistema de varredura com as células fotoelétricas para cópias de fotografias em emulsão fotográfica (diapositivos) ou em placas de vidro;
4. limite do campo de varredura adequado às dimensões das fotografias;
5. alta similaridade 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*.

3.4.5.- PROCESSAMENTO DAS IMAGENS SSK IMAGESTATION.

3.4.5.1.- Compressão de arquivos

A compressão de arquivos de imagens digitais é executada devido ao grande volume de dados nas imagens. É especialmente usada em aplicações onde imagens muito grandes tem que ser arquivadas em um espaço de armazenagem limitado ou onde as imagens digitais são transmitidas sobre canais limitados.

Recentemente, o crescente uso do sistema digital em aplicações baseadas em imagens, tem produzido muitas vantagens, mas também tem trazido problemas.

Por exemplo, imagens fotográficas de alta qualidade, contém muitos bits de informação. Existe, portanto, um custo para armazenar e tempo consumido para transmissão entre sistemas. Uma solução típica é empregar algumas formas de compressão de dados. Recentemente um padrão internacional para compressão de fotografias e outros sinais contínuos de imagens, tem sido definido. Este é conhecido como sistema JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERTS GROUP, ou JPEG.

Imagens digitais são grandes. Uma imagem fotográfica colorida com qualidade típica (uma continuidade nos tons da imagem com uma profundidade colorida de 8 bits por componente colorido e resolução espacial de 300 dpi), 10 por 8 polegadas no tamanho, consumirá por volta de 20 Mb de memória.

Isto ilustra a necessidade da compressão de dados, cujo uso tem crescido nos últimos anos. Os sistemas de compressão trabalham por deposição de informações mais eficientes; detectam o número mínimo de bits que descreverá o estabelecimento da informação, neste caso uma imagem manterá um nível aceitável de qualidade.

Isso tudo é feito, constantemente, usando técnicas que eliminam excessos, por exemplo:

- repetição nos dados;
- caminho dos dados é codificado;
- excessos entre valores de pixels adjacentes;
- informações excessivas psico-visuais.

As primeiras três técnicas reconstrutivas de uma imagem que é idêntica ao original, são métodos de menor perda e são julgados na compressão de arquivos proporcionais que é usualmente 2/1 ou 3/1.

A quarta técnica é uma técnica inferior; a imagem reconstituída não é réplica exata do original; assim o sistema de compressão aproxima a imagem incluindo somente informações visuais importantes, introduzindo distorções.

Compressões com perdas é apropriado para imagens fotográficas com variações pequenas nos valores dos pixels que não são críticos. Na verdade, o sistema fotográfico convencional produz perdas mas estas podem não ser significativas. Para compressão com perdas, que tem como compressão proporcional, a qualidade da descompressão da imagem é um fator que predomina.

O que se deseja é concentrar-se no JPEG como padrão básico para tons continuados de compressão de imagem parada. Isto porque JPEG é um padrão internacionalmente convencionado, em uso geral é implementado dentro do domínio público.

A técnica de compressão focaliza a redução do número de bits requeridos para representar uma imagem por remoção das redundâncias nas imagens. A razão de compressão (CR) é definida por:

$$CR = \frac{\text{número de bits para imagem original}}{\text{número de bits para imagem comprimida}}$$

É importante notar que o parâmetro CR é definido para uma imagem digital, e desta forma, não diz nada sobre quanto a imagem digital representa a cena do objeto real.

Um parâmetro global deveria estar sujeito a razão simplificada, os níveis de quantificação, granulação de filme, etc.

A idéia básica na compressão de imagens é remover os excessos dos dados da imagem, isto é feito normalmente por mapeamento da imagem para definir seus coeficientes. O resultado desta definição é então quantificado a um número de valores possíveis que são codificados por um método de decodificação apropriado.

3.4.5.2.- Estereoscopia

O processo da visão estereoscópica indireta, ou seja, obtida através do registro de imagens de objetos, é uma reprodução da visão estereoscópica natural ou visão binocular.

Na visão binocular, as imagens de um mesmo objeto nas retinas dos dois olhos são como nas fotografias aéreas, perspectivas centrais diferentes entre si, pois o centros de perspectiva não são coincidentes. As diferenças são interpretadas pelo cérebro como

profundidade do objeto. A diferença na posição relativa de cada imagem ocorre apenas segundo a direção definida pelos centros de perspectiva e tem o nome de paralaxe.

Objetos situados a uma mesma distância do observador, possuem a mesma paralaxe. A paralaxe é maior para objetos mais próximos do observador. Portanto, a diferença de distância entre dois objetos e o observador corresponde uma diferença de paralaxe.

Para reproduzir o efeito da visão estereoscópica, torna-se necessário fazer projetar na retina de cada um dos olhos do observador, a imagem que lhe corresponderia se observasse o próprio objeto. Os métodos para produzir visão estereoscópica consistem em técnicas de separar imagens, ou seja, fazer com que na retina de cada olho do observador, formem-se imagens semelhantes àquelas que seriam formadas em virtude da visão binocular de um objeto. A visão estereoscópica é geradora do potencial da Fotogrametria em medir altitudes com um elevado grau de exatidão.

3.4.5.3.- Restituição

Restituição na sua origem significa a reconstrução do ambiente fotografado, a partir das suas fotografias. O resultado da restituição é o modelo ótico tridimensional, também denominado estereomodelo ou modelo estereoscópico do ambiente fotografado.

Dispondo de ferramentas adequadas, podem-se executar medições no modelo estereoscópico como se fosse no próprio ambiente. Assim, um restituidor fotogramétrico é um aparelho capaz de reproduzir um modelo ótico tridimensional, a partir de imagens, e de medir coordenadas de pontos neste mesmo modelo.

A partir do conhecimento da posição de pontos no estereomodelo torna-se possível representar feições do ambiente num sistema de projeção cartográfica. O resultado final da restituição é uma carta ou um mapa do ambiente fotografado.

Um mapa contém feições do ambiente, representadas em planta, constituindo a planimetria, sendo a altimetria formada pelas representações do modelo do terreno ou no caso da Tese a fachada arquitetural.

A altimetria é, pois constituída pelas curvas de nível e os pontos cotados. Curva de Nível é o lugar geométrico dos pontos de mesma altitude no terreno ou fachada. Pontos cotados são pontos do terreno ou fachada situados em locais notáveis, como por

exemplo o lugar mais alto de uma elevação. São representados por símbolos convencionados.

Para restituir um par estereoscópico de fotografias é necessário de um restituidor fotogramétrico, podendo este ser:

- analógico,
- analítico e
- digital.

O restituidor transforma um par estereoscópico de fotografias, que são imagens perspectivas do ambiente, em uma projeção ortogonal do que for compilado. O restituidor permite formar modelos estereoscópicos do ambiente fotografado, medir coordenadas de pontos no estereomodelo, compilar feições das imagens e representar o relevo do ambiente.

3.4.5.4.- Simulação de consulta ao banco de dados, utilizando o Microstation;

Criação de arquivo de desenho 3D (DGN), deve-se criar um arquivo de desenho (vazio) no Microstation (DGN); este arquivo deverá possuir resolução compatível com a precisão que o desenho irá requerer, sendo que o eixo Z deverá ter a mesma resolução dos eixos X e Y.

3.5- CRITÉRIOS UTILIZADOS NA PESQUISA TECNOLÓGICA

Recapitulando e ressaltando o que foi dito anteriormente, a tecnologia da Restituição Fotogramétrica:, SSK ImageStation (equipamento stereo), utilizado no estudo de caso do Quartel da Tropa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa:

Resumindo o funcionamento do sistema, o software SSK para fotogrametria arquitetural utiliza-se o mesmo processo da aerofotogrametria, com diferença que rotacionamos as coordenadas x, y e z. Pontos de controle são colocados na fachada cujas coordenadas são medidas pela Estação Total. Pontos de controle naturais também são medidos para que ocorra menor agressão ao ambiente histórico a ser fotografado.

Utilizou-se a câmara Pentax PAMS 645 paralela à edificação a uma distância de 8m (considerada como a altura média de vôo), a qual é uma câmara semi-métrica de

médio formato (56 X 41.5 mm) controlado por um microprocessador, o filme utilizado foi o Ektachrome 64, tamanho 220 em rolo (30 posições por rolo), as imagens foram perpendiculares ao eixo ótico do objeto ou da área em estudo. Os negativos foram copiados em *scanner* de alta resolução de até 7 μ no caso da tese os diafilmes foram trabalhados no *Scanner* SCAI da empresa ZEISS, com resolução de 14 μ o arquivo digital no formato TIF com um tamanho aproximado de 20 Mb (cada imagem).

Quanto a coleta de dados em campo as fotografias foram tomadas paralelamente a cada fachada das edificações em faixas da esquerda para a direita, o número de faixas torna-se de acordo com a altura da edificação e distância paralela pré-definida; importante salientar na tomada das fotos que se obtenha o mínimo de sombra nas fotografias.

Os dados obtidos da câmara fotográfica métrica, suas marcas fiduciais, e as coordenadas dos pontos de controle foram inseridos no ImageStation Photogrametric Manager,(ISPM), constitui-se em um gerenciador de projetos de fotogrametria. Permite a entrada e edição de câmara e terreno, no caso da tese da fachada para a geração dos modelos fotogramétricos para restituição. Um projeto pode ser definido como o conjunto de informações e dados, as informações são armazenadas em um diretório que irá conter arquivos descritos das componentes básicas do projeto como câmara, localização e nome das fotos, nome dos modelos e dados dos pontos de controle. Os dados referem-se às imagens e arquivos a serem utilizados.

3.5.1- Imagens fotografadas com Câmara Métrica Pentax, escaneadas com resolução de 14 μ (foto 59 a foto 67)

Será apresentado a seguir na seqüência 9 (nove) fotos tiradas com filme Ektacrome 220, dimensão 4x6 cm contendo marcas fiduciais. Estas fotos foram tiradas paralelamente ao Quartel da Tropa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa a uma distância de 8m (oito metros), com câmara Pentax métrica como já mencionado anteriormente, cuja sobreposição entre as fotos é de 60% para que possa ser executado um modelo tridimensional.



Fig 59 - Foto 59 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

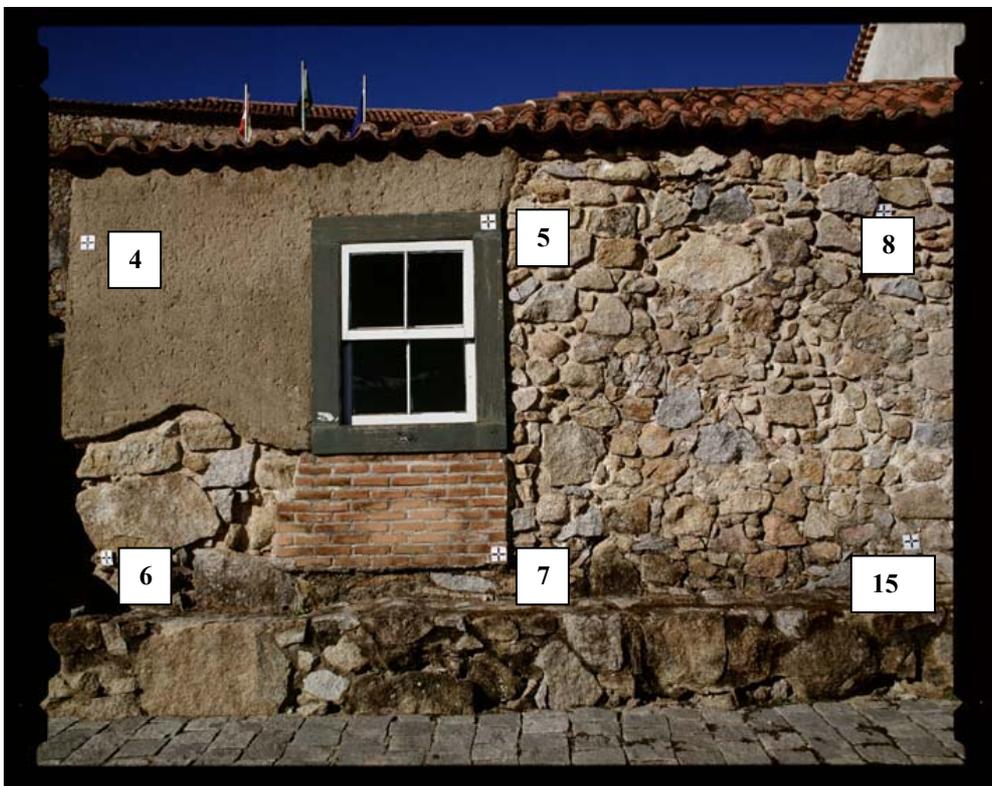


Fig 60- Foto 60 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

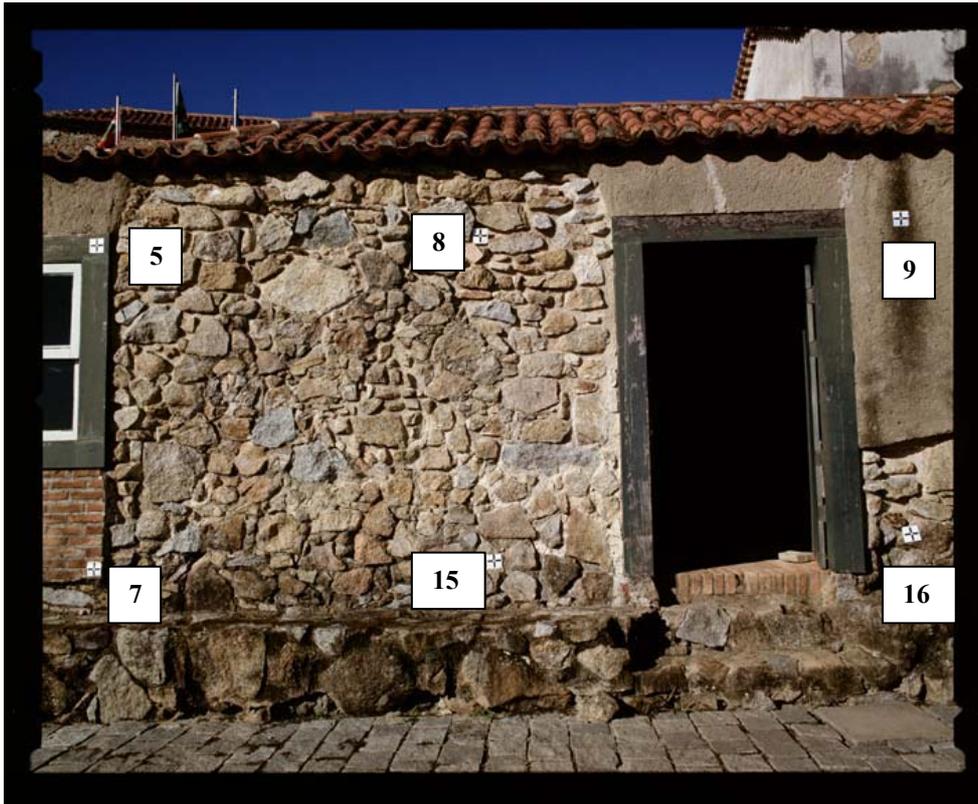


Fig 61- Foto 61 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

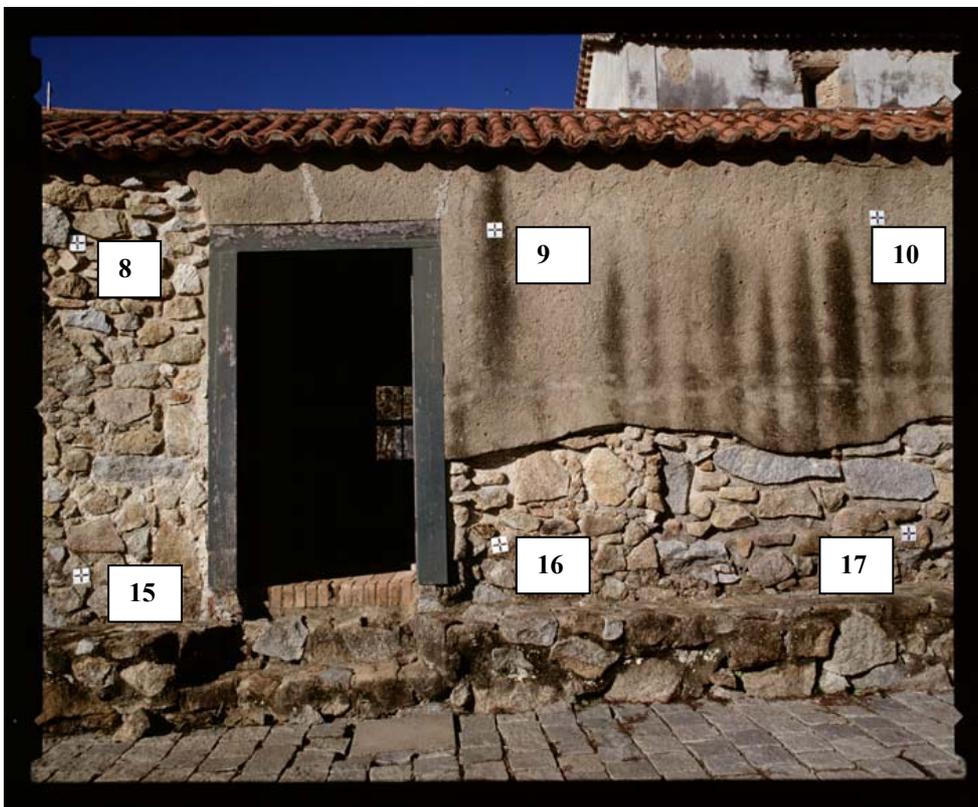


Fig 62- Foto 62 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

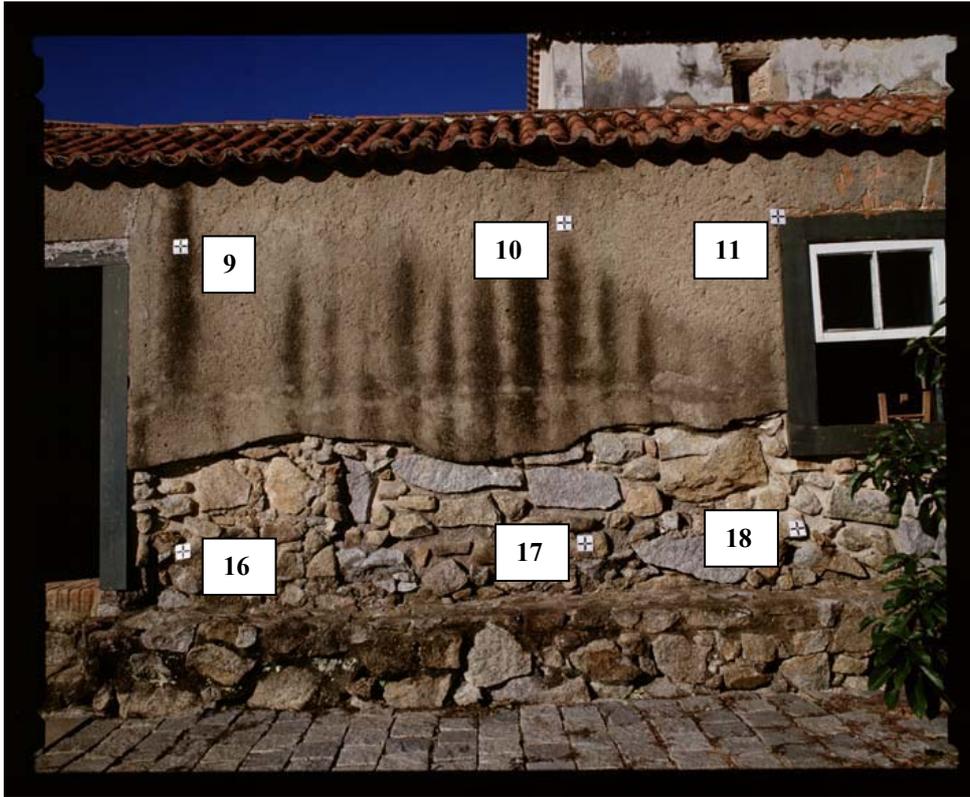


Fig 63- Foto 63 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

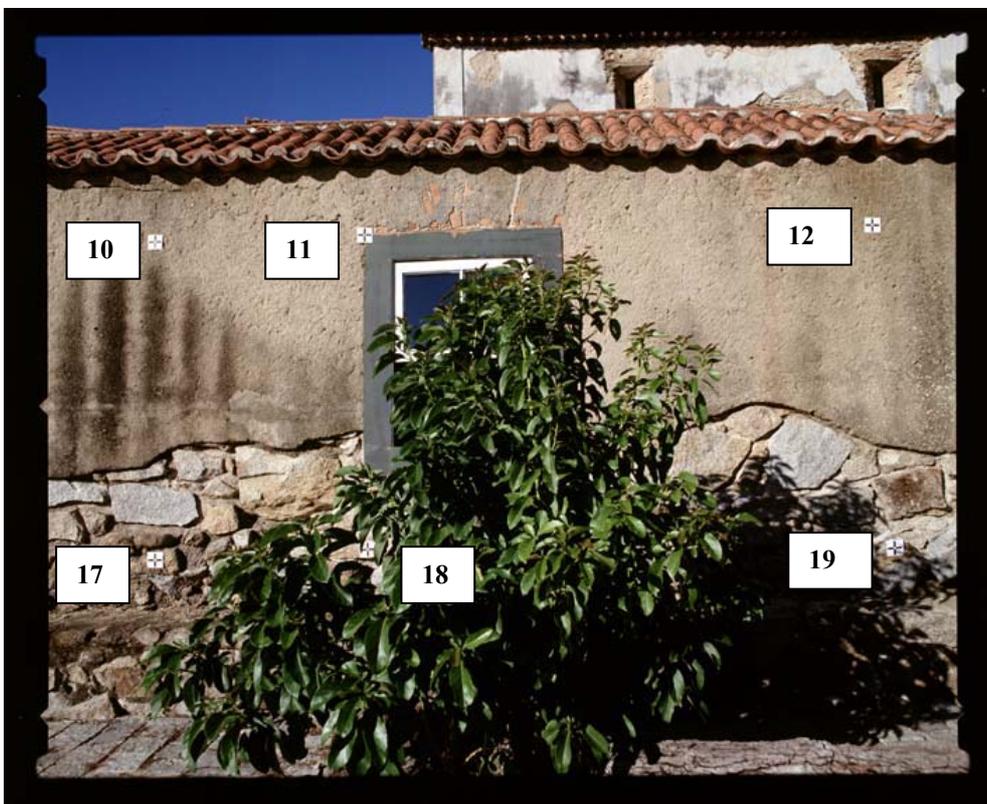


Fig 64- Foto 64 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

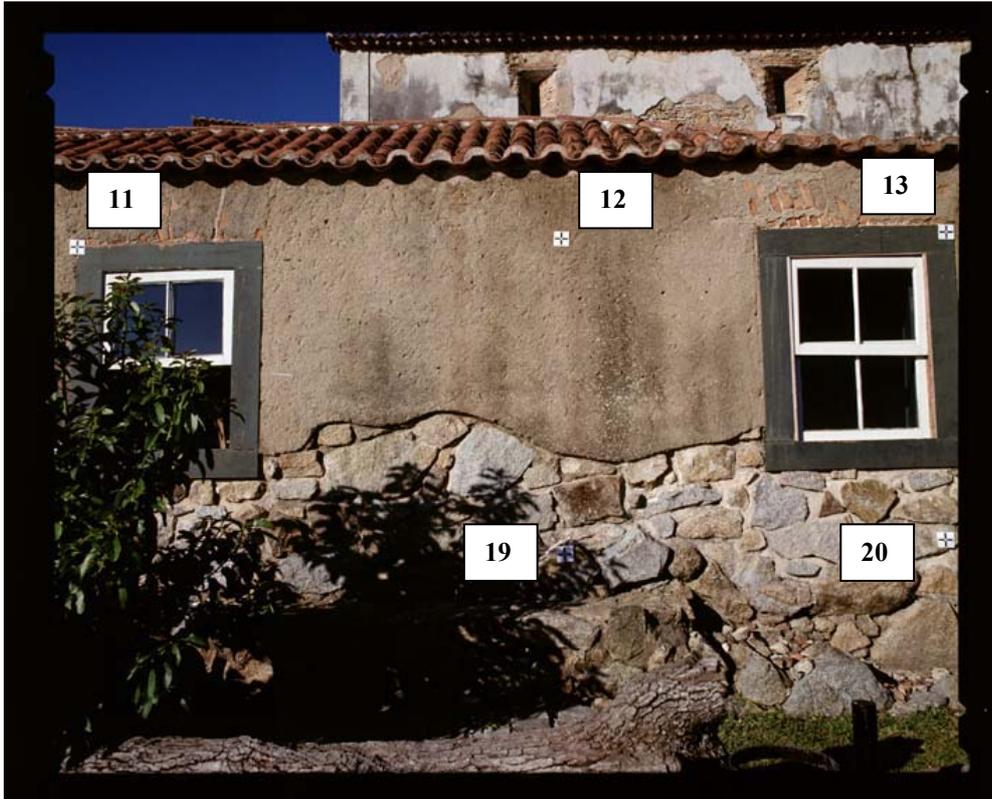


Fig 65- Foto 65 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

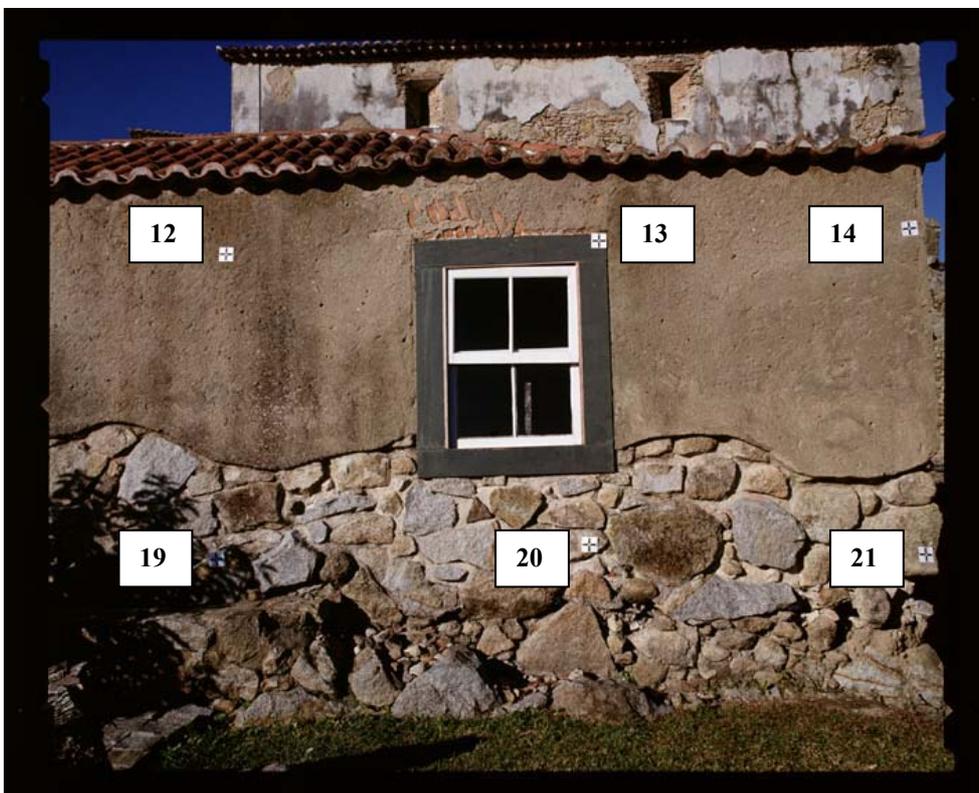


Fig 66- Foto 66 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

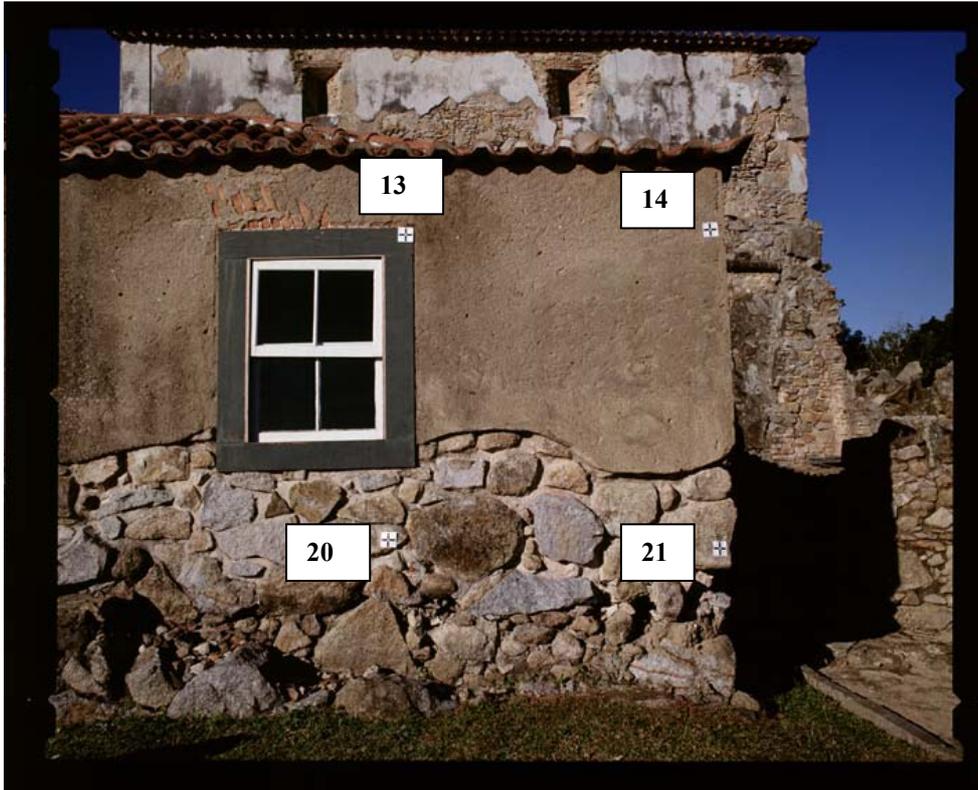


Fig 67- Foto67 paralelamente ao Quartel da Tropa a uma distância de 8m, com marcas fiduciais e número de seus pontos de controle.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS INÉDITOS OBTIDOS ATRAVÉS DO RESTITUIDOR FOTOGRAMÉTRICO SSK IMAGESTATION

4.1. IMAGESTATION PHOTOGRAMMETRIC MANAGEMENT (gerenciador de projetos para fotogrametria)

4.1.1 – Edição do Projeto

O trabalho de fotogrametria arquitetural foi desenvolvido no equipamento SSK da Z/I Imaging, onde a primeira etapa deste constitui de um gerenciador de Projetos (ImageStation Photogrammetric Management)

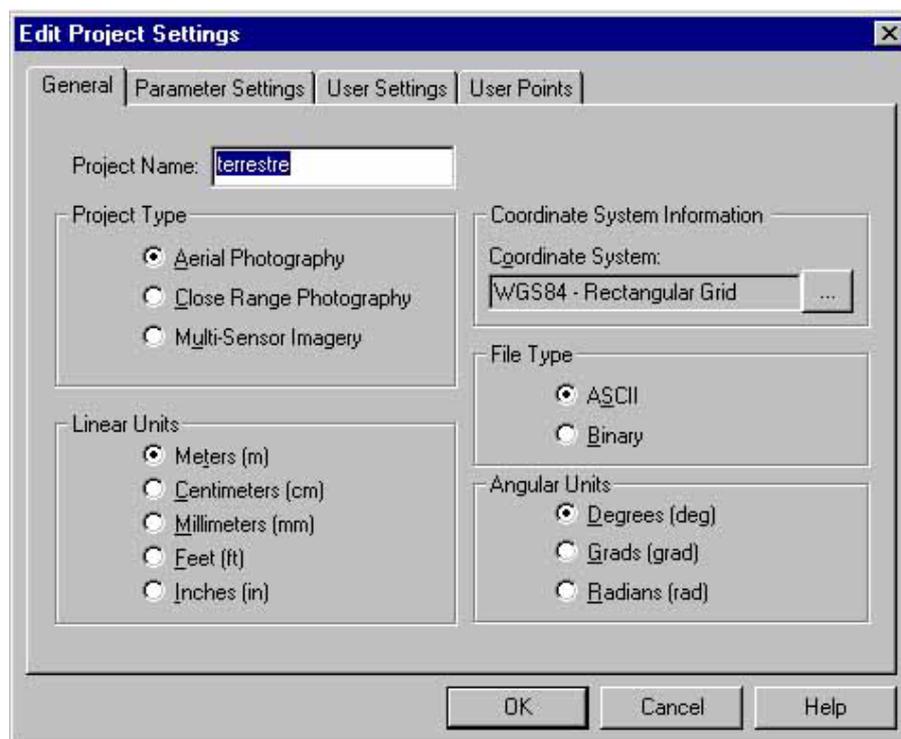


Fig.68- Edição geral do projeto

4.1.1.1- Dados Gerais

O produto ImageStation Photogrammetric Management (ISPM) é considerado um gerenciador de projetos de Fotogrametria, no qual ocorre os parâmetros de entrada de dados para a geração dos modelos fotogramétricos permitindo a edição dos mesmos.

Um projeto pode ser definido como o conjunto de informações e dados; as informações são armazenadas em diretório que contem arquivos descritivos das

componentes básicas do projeto como câmara, localização nome das fotos, nome dos modelos e dados dos pontos de controle; os dados referem-se às imagens e arquivos gráficos a serem utilizados. O trabalho foi executado como na fotogrametria aérea invertendo as coordenadas x, y, z para serem utilizados na fotogrametria terrestre.

O arquivo do tipo ASCII pode ser aberto por qualquer editor de texto, definidos como “photo, model e control”; arquivos binários são mais eficientes para projetos grandes.

Define-se as unidades lineares e angulares do projeto e o tipo de coordenada; as coordenadas utilizadas referem-se aos pontos de controle. Normalmente é utilizado nas unidades lineares o “metro”, e nas unidades angulares “graus”(degrees).

4.1.1.2 Colocações dos Parâmetros

Na etapa seguinte ocorre a colocação dos parâmetros (Project Parameter Settings), o qual define os parâmetros do projeto

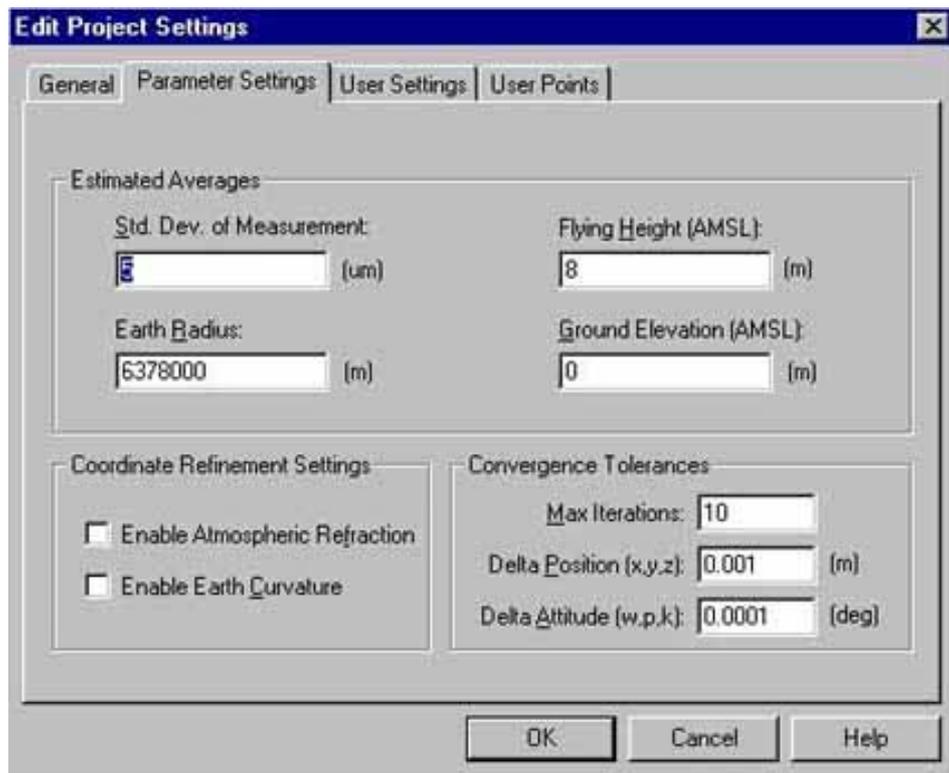


Fig 69- Colocações dos parâmetros

Os itens de média estimada (Estimated Averages) são:

- Desvio padrão (erro de pontaria) -SDM (Standard Deviation of Measurement) aceitável para medidas sobre o modelo fotogramétrico definido em microns , o mesmo poderá ser de 1/3 a 1/10 da resolução das imagens scaneadas dependendo da qualidade destas, no caso da tese as imagens obtiveram 14 μ , pode-se dizer que este desvio padrão seria o quanto admitido ao erro de pontaria no momento de executar as orientações.
- Como o equipamento foi desenvolvido para aerofotogrametria existe a necessidade da curvatura da Terra, no caso da fotogrametria arquitetural este item é desconsiderado. O raio da Terra (Earth Radius), não é utilizado no caso da fotogrametria arquitetural, apenas na aerofotogrametria é alterado conforme o datum (curvatura da Terra) a ser utilizado no projeto
- No caso do item altura do vôo (Flying Height- AMSL), foi rotacionado as coordenadas e obtido a distância paralela da fachada, escolhido 8m distancia em que foram tiradas as fotos (foco fixo na câmara Pentax).
- O (Ground Elevation-AMSL) não é utilizado na fotogrametria arquitetural, apenas na aerofotogrametria, por isto foi desconsiderado por ser a elevação média do terreno sobre o nível médio dos mares

O refinamento de coordenadas (Coordinate Refinement Settings), não são utilizados na fotogrametria arquitetural por serem utilizadas na aerofotogrametria para determinar a aplicação de correção da refração atmosférica para medição sobre o modelo fotogramétrico, no caso chamado de Habilidade para Refração Atmosférica (Enable Atmospheric Refraction) e a denominação da Habilidade da Curvatura da Terra (Enable Earth Curvature) que determina quando aplicar a correção da curvatura da Terra para a medição sobre o modelo fotogramétrico para todo o projeto

As Tolerâncias de Convergências (Convergence Tolerance) no número máximo de interações (Max Iterations) para o ajustamento deve ser executado para obter a convergência para a orientação interior ou exterior; o valor para Orientação Exterior é 10. Na Posição Delta a solução deve permanecer abaixo dos valores de tolerância da

fig.69 para serem aceitos, ou seja para X,YeZ é 0.001 metros; na Atitude Delta para as correções de atitude da câmara (omega, fi e kapa) a solução deve permanecer abaixo dos valores de tolerância da fig.69 para serem aceitos, ou seja para W,PeK é 0.0001 graus.

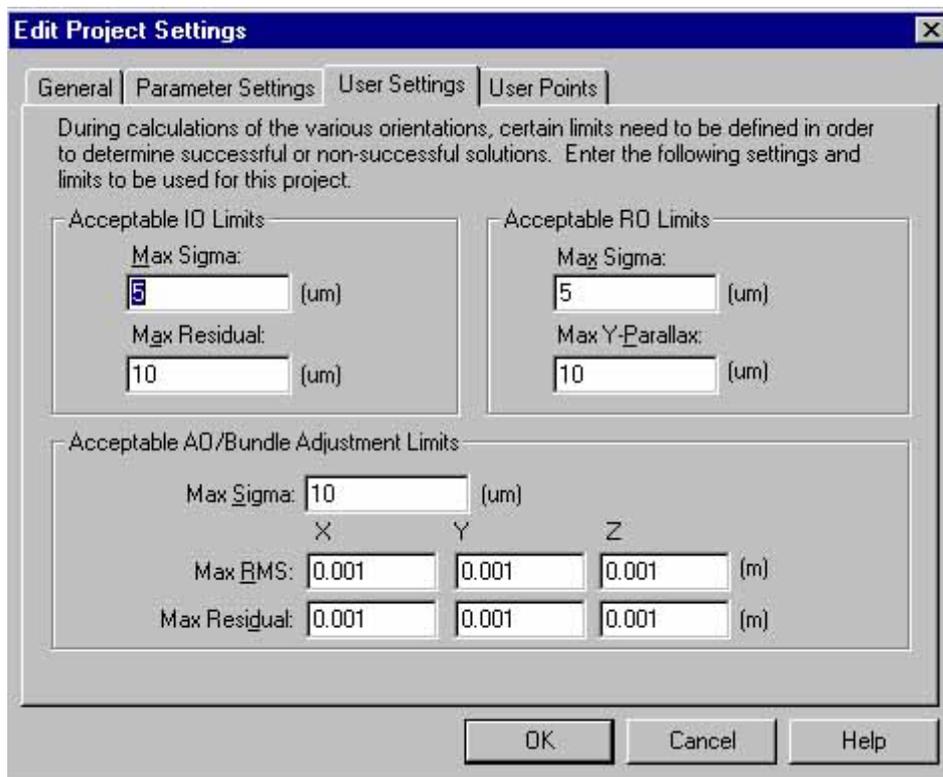


Fig 70-.Maximo Sigma aceitável para OI, OR e AO

4.1.1.3 – Colocações Usuais

As colocações usuais (User Settings) define os parâmetros e limites que serão utilizados durante os cálculos das várias orientações durante o projeto, assim como a qualidade destas. Durante a medição dos pontos, caso os valores excedam os estipulados no quadro acima uma mensagem de alerta será acionado.

Na aceitação dos limites de valores para as orientações interior e relativa o valor máximo sigma é um erro próximo ao SDM dito anteriormente em microns, onde seu máximo resíduo é o dobro deste. A aceitação máxima sigma dos valores da orientação absoluta é o dobro das orientações relativa e interior; as coordenadas x,y,z são os erros possíveis nas coordenadas do centro da câmara, foi colocado para a tese 0,0001m ou seja 1mm, devido ser um trabalho arquitetural.

Aceitabilidade dos limites da Orientação Interior (Accetable IO Limits), é o valor residual máximo e sigma máximo definidos em microns, o valor foi definido em 10 devido o processo de escanerização.

Aceitabilidade dos limites da Orientação Relativa (Accetable RO Limits), é a paralaxe máxima em Y e sigma máximo definidos em microns, o valor foi definido em 10 devido o processo de escanerização.

Aceitabilidade dos limites da Orientação Absoluta (AccetableAO / Bundle Adjustment Limits), é a precisão em cada ponto isolado, sigma máximo definido em microns. O valor é 10 devido a escanerização. Resíduo máximo é definido em metros, o valor é 0.001 metros para eixos X,Y,Z para que exista uma grande precisão, este valor define o erro do bloco aceitável e depende da escala de restituição.

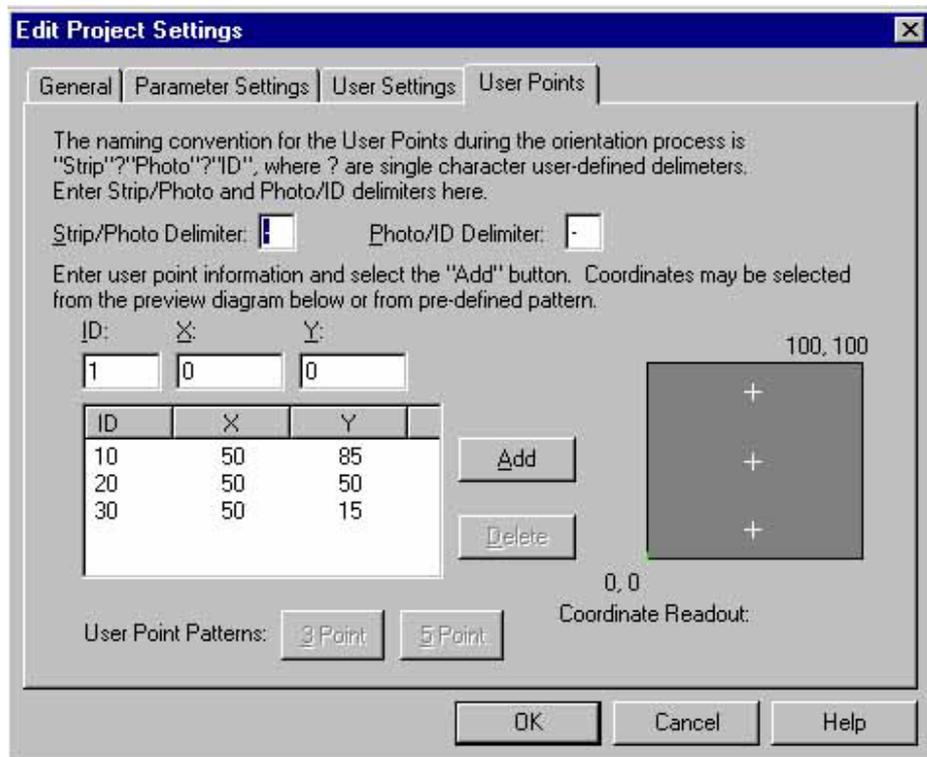


Fig 71- Pontos Centrais utilizados na Orientação Relativa

4.1.1.4 – Pontos Usuais

“User Points”, ocorre a criação de pontos virtuais, assinalando regiões em que devei medir pontos fotográficos para o cálculo da orientação relativa, pontos somente fotográficos e não medidos em campo.

Tira/Delimitador de fotos e Fotos/Delimitador do identificador (Strip/Photo Delimiter and Photo/ID Delimiter), define um padrão para a numeração dos pontos, define a delimitação que serão utilizados entre faixa, foto e número de identificação (ID) dos pontos.

O ID é o identificador (número) do ponto, a pré definição da localização dos pontos permite maior rapidez dos pontos para a Orientação Relativa, com suas coordenadas X, Y (milímetros); os quais são o centro de duas fotos sobrepostas.

Padrões de Ponto (User Point Patterns) desta maneira seleciona-se 3 ou 5 pontos com localizações padrões na medições entre fotos, para execução da orientação relativa, no caso da tese foi executado com 3 pontos.

4.1.2 – Criação da Câmara

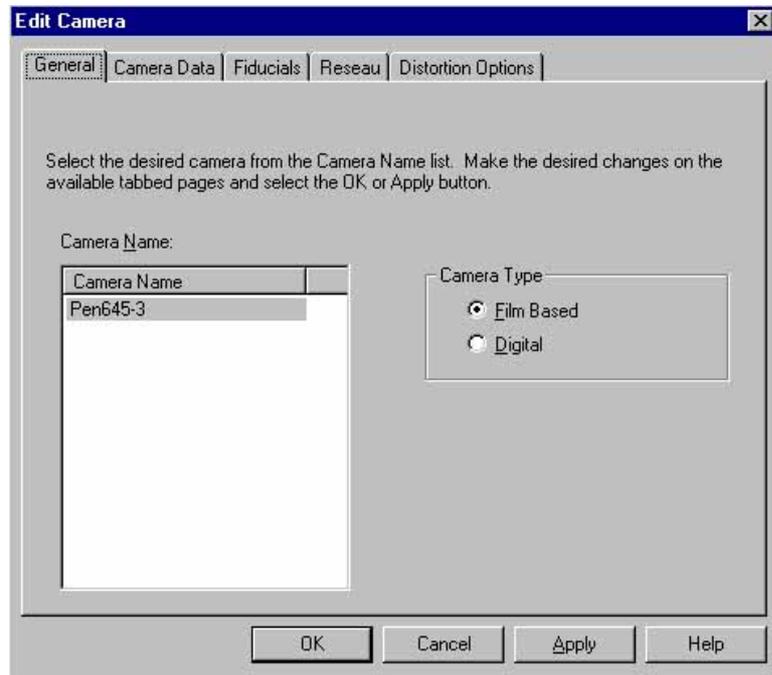


Fig.72- Nome da câmara e tipo de filme

4.1.2.1 - Geral

Na criação e entrada de dados da câmara a primeira etapa está em designar o nome para identificação, e definir se foi utilizado filme ou se a câmara é digital

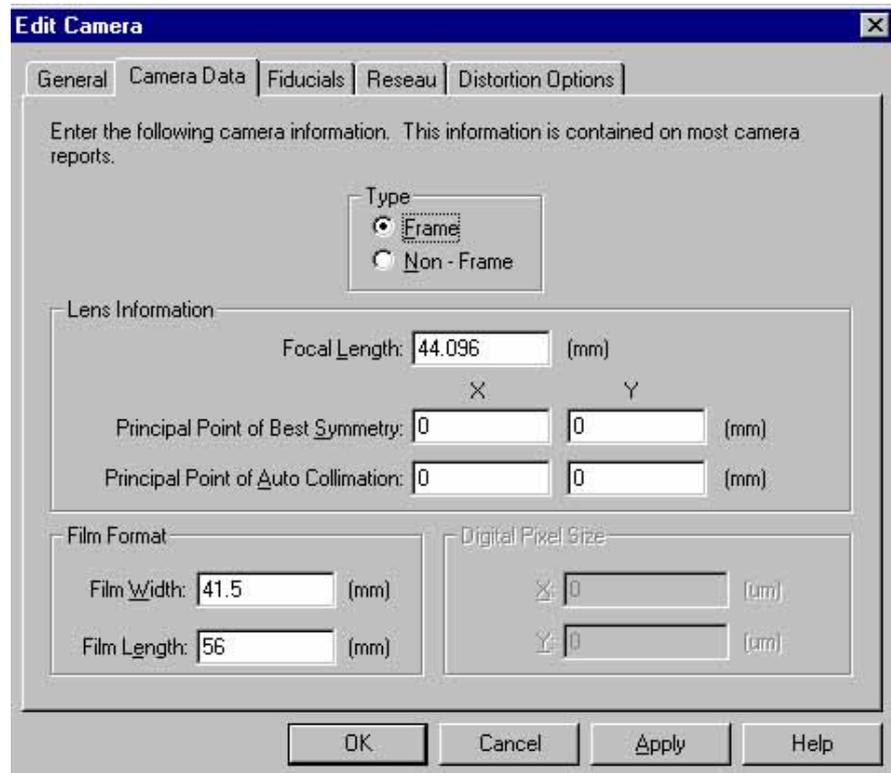


Fig.73- Informações sobre o filme

4.1.2.2 – Dados da Câmara

Os dados da câmara neste item referem-se ao ingresso dos dados referentes a distância focal, e principais pontos para melhor simetria nas coordenadas x e y, para a fotogrametria arquitetural colocar valores (0) zero, para centralizar os dados da câmara no eixo central. Também as dimensões do filme são inseridas nesta etapa.

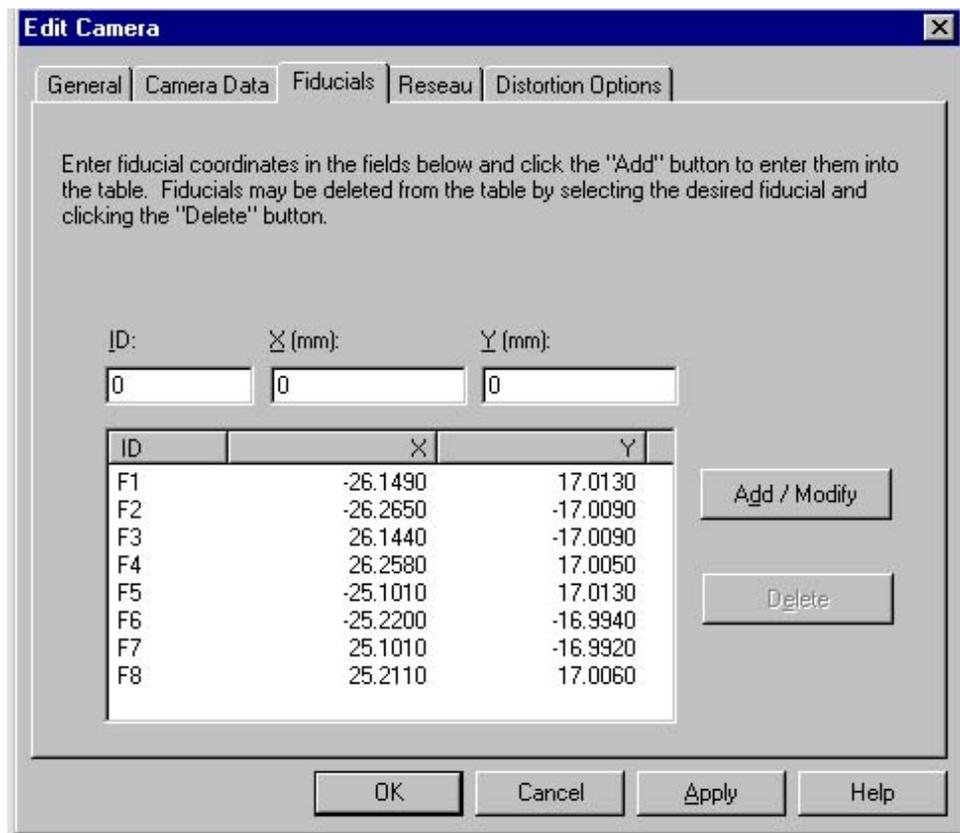


Fig.74 –Valores das marcas fiduciais

4.1.2.3. – Coordenadas Fiduciais

Também na etapa da edição da câmara são inseridos as marcas fiduciais, marcas estas obtidas pela calibração da câmara, fornecidas pelo fabricante da câmara Pentax 645-3.

4.1.3 – Edição dos Pontos de Controle

Edit Control Points

ID: Type: Class: X: Y: Z: Linear Units: (m)

Description: SX: SY: SZ:

ID	Type	Class	X	Y	Z
4	Control	Full	10.000	3.356	0.000
5	Control	Full	12.571	3.377	0.000
6	Control	Full	10.143	1.350	-0.053
7	Control	Full	12.591	1.348	-0.045
8	Control	Full	15.023	3.371	-0.030
9	Control	Full	17.553	3.385	0.014
10	Control	Full	19.939	3.438	0.017
11	Control	Full	21.251	3.435	0.014
12	Control	Full	24.313	3.415	0.008
13	Control	Full	26.676	3.412	0.000

Buttons: Add / Modify, Remove, Global Edit...

Defaults: Type: Class: SX: SY: SZ:

Buttons: Apply, OK, Cancel, Help

Edit Control Points

ID: Type: Class: X: Y: Z: Linear Units: (m)

Description: SX: SY: SZ:

ID	Type	Class	X	Y	Z
12	Control	Full	24.313	3.415	0.008
13	Control	Full	26.676	3.412	0.000
14	Control	Full	28.629	3.447	0.053
15	Control	Full	15.060	1.363	-0.099
16	Control	Full	17.539	1.482	-0.076
17	Control	Full	19.987	1.482	0.030
18	Control	Full	21.255	1.526	-0.004
19	Control	Full	24.293	1.484	0.085
20	Control	Full	26.555	1.554	0.011
21	Control	Full	28.613	1.466	0.009

Buttons: Add / Modify, Remove, Global Edit...

Defaults: Type: Class: SX: SY: SZ:

Buttons: Apply, OK, Cancel, Help

Fig. 75- Valores dos pontos de controle

Na edição dos pontos de controle são inseridos valores os quais foram medidos com a estação total (21 pontos), devem ficar visíveis 4 pontos de controle por foto; existindo a repetição da visualização de pontos de controle em fotos diferentes.

4.1.4 – Edição das Fotos

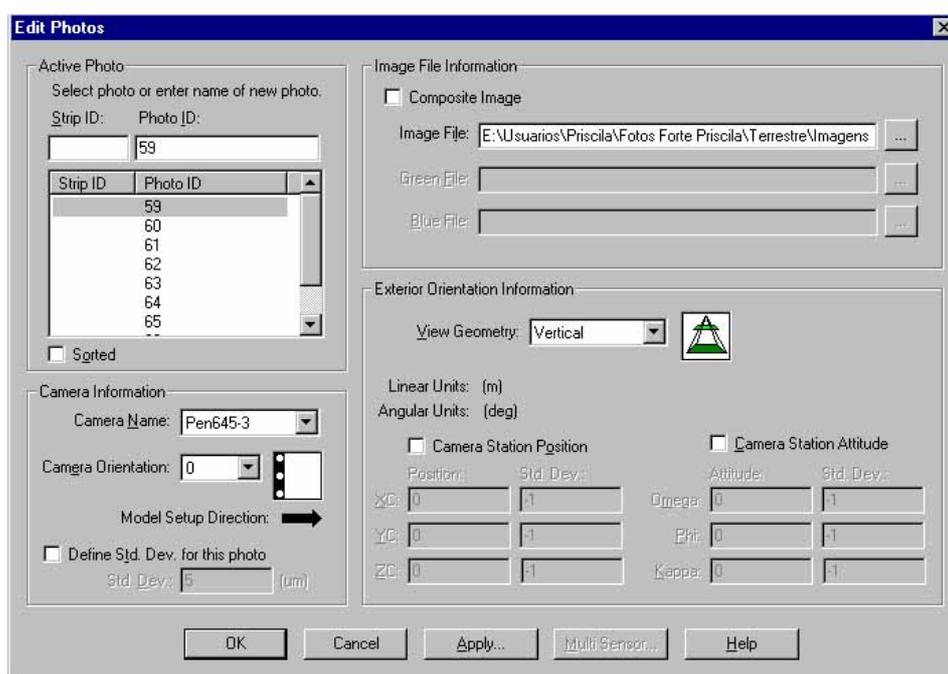


Fig 76 Edição das fotos

4.1.4.1 – Ativação das Fotos

Criação das faixas, permite editar os parâmetros referentes a criação de faixas de fotos e modelos, primeiro aparece o nome da faixa, após o da foto.

Strip ID = Identificador da faixa

Photo ID = Prefixo que será utilizado para a faixa

Os modelos são sempre criados da esquerda para a direita. Desta maneira é conveniente definir a foto inicial como sendo a primeira foto da esquerda da faixa; permitindo que o programa posicione corretamente as fotos durante o processo de medição da Orientação Relativa.

4.1.4.2 – Informações da Câmara

O Nome da Câmara, entrar com o nome desta, a mesma será associada a todas as fotos da faixa que está sendo criada.

A Orientação da Câmara (Câmara Orientation) define a orientação da câmara para as fotos da faixa, esta orientação será associada a todas as fotos da faixa que está sendo criada. As opções são 0 °, 90 °, 180 °, 270 °; o ângulo define a posição da câmara durante a obtenção das fotos de cada faixa. No caso da orientação da câmara, de acordo

com o direcionamento das faixas de vôo 0 ° para ficar da esquerda para direita na hora do processo.

4.1.4.3 – Informação da Orientação Exterior

A Visão Geométrica (View Geometry) define a orientação da câmara em relação ao alvo, as opções são vertical e oblíqua; para a fotogrametria arquitetural permanecer na vertical.

4.1.5 – Edição do Modelo

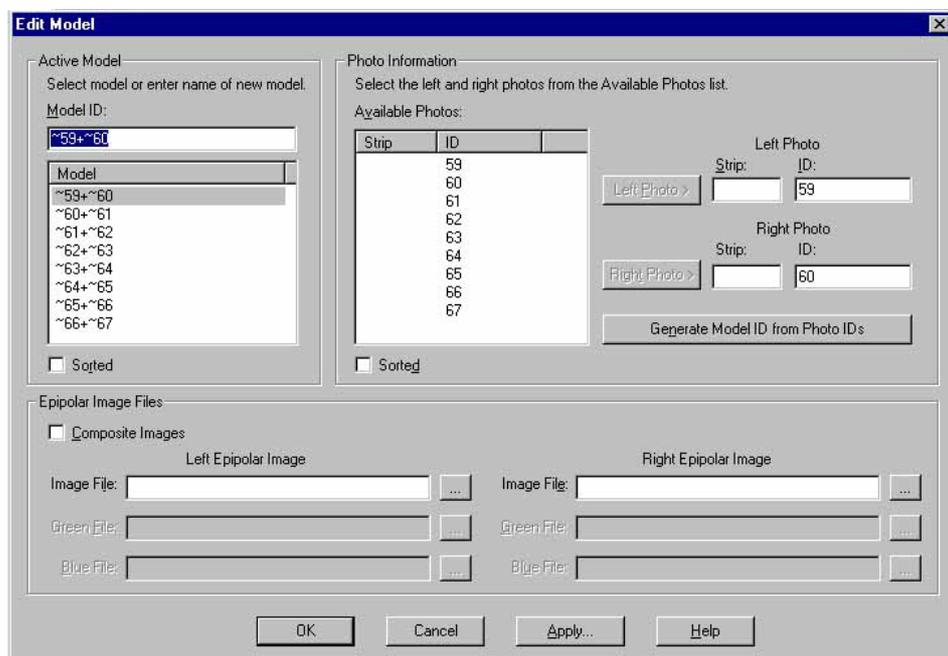


Fig.77- Edição do Modelo

Permite a geração automática de modelos, o nome dos modelos pode ser gerado a partir da sobreposição da identificação das fotos ou mesmo a partir de informações para a geração seqüencial dos nomes.

Na edição do modelo, são inseridos os números das fotos da esquerda para a direita no identificador (ID).

4.1.6 – Edição dos Blocos

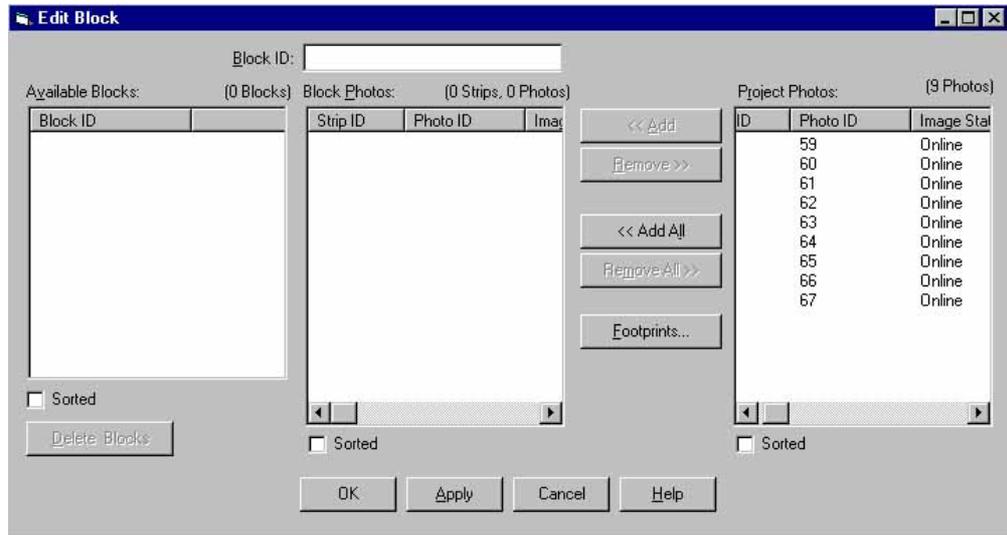


Fig.78- Edição dos Blocos

Na edição dos blocos seleciona-se os identificadores (ID) das fotos, onde estas devem estar “on line”(ligadas).

4.2- IMAGESTATION PHOTOGRAMETRIC DIGITAL MENSURATION –ISDM (medição digital fotogramétrica)

ImageStation Digital Mensuration (ISDM) permite a medição dos pontos necessários para o processo de orientação do par estereoscópico. O ISDM possui funcionalidades para realização da Orientação Interior, Orientação Relativa, Orientação Absoluta.

Nestas orientações ocorre a estereoscopia pela sobreposição lateral de 60% e longitudinal de 30% aproximadamente, em cada duas fotos formando blocos, utilizamos óculos 3D para a visualização das mesmas. Uma precisão de até 3 mm atende bem as necessidades da fotogrametria à curta distância, desde que os dados sejam adquiridos do ponto de vista dos recobrimentos aerofotogramétricos, ou seja, imagens com sobreposição lateral e longitudinal adequadas e perpendiculares ao eixo ótico do objeto ou área em estudo.

A orientação consiste basicamente na reconstrução da posição exata da câmara no momento da obtenção da foto; posição consiste em um ponto no espaço, ou seja, três coordenadas (X_1, Y_1, Z_1) e três rotações ($Kapa, Fi, Omega$) para cada uma das fotos.

O processo de orientação se divide em duas fases:

Orientação Interior

Orientação Exterior

A Orientação Interior relaciona as coordenadas da câmara com as coordenadas da imagem. A Orientação Exterior consiste na reconstrução da posição de uma fotografia em relação à outra e se subdivide em Orientação Relativa e Orientação Absoluta; a Orientação Relativa consiste no relacionamento das fotos que possuem sobreposição enquanto a Orientação Absoluta estabelece a relação das fotos com a fachada ou seja com seus pontos de controle.

4.2.1 Orientação Interior (OI)

É a primeira orientação a ser executada sobre a imagem. Esta orientação determina o relacionamento entre as coordenadas fiduciais calibradas e as coordenadas de imagem (pixel). A posição calibrada de duas ou mais marcas fiduciais (pontos de referência definidos pelo certificado de calibração da câmara e medidos sobre cada foto para definir o sistema de coordenadas de câmara) são utilizadas para calibrar a imagem, este comando permite ao usuário medir a posição das marcas fiduciais de cada imagem.

O usuário deve medir um número mínimo de fiduciais por imagem para o cálculo da Orientação Interior. O número mínimo depende do tipo de transformação que está sendo calculado. Quanto mais pontos são obtidos, mais redundante a solução para a Orientação Interior será.

Durante a Orientação Interior, o usuário pode rever os resíduos e parâmetros da transformação e conseqüentemente medir novamente, apagar ou mesmo retirar temporariamente pontos (a fim de testar a precisão do mesmo). Ao salvar a Orientação Interior o produto grava os resultados para restaurar a orientação a posteriori. Os valores resultantes ideais da orientação interna, mostraram um resíduo máximo de 5μ o que representa 0.28 do tamanho do pixel de 14μ , porem por questões relacionadas a problemas com sombras que ocorreram nas marcas fiduciais, estas obtiveram valores superiores.

As figuras 80 a 96, apresentam detalhes onde se visualiza a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma.

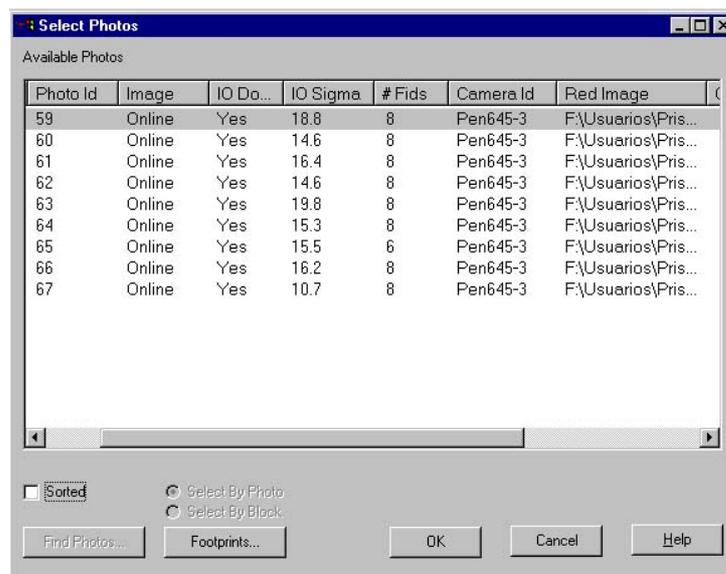


Fig.79- Seleção das fotos para execução da orientação interior

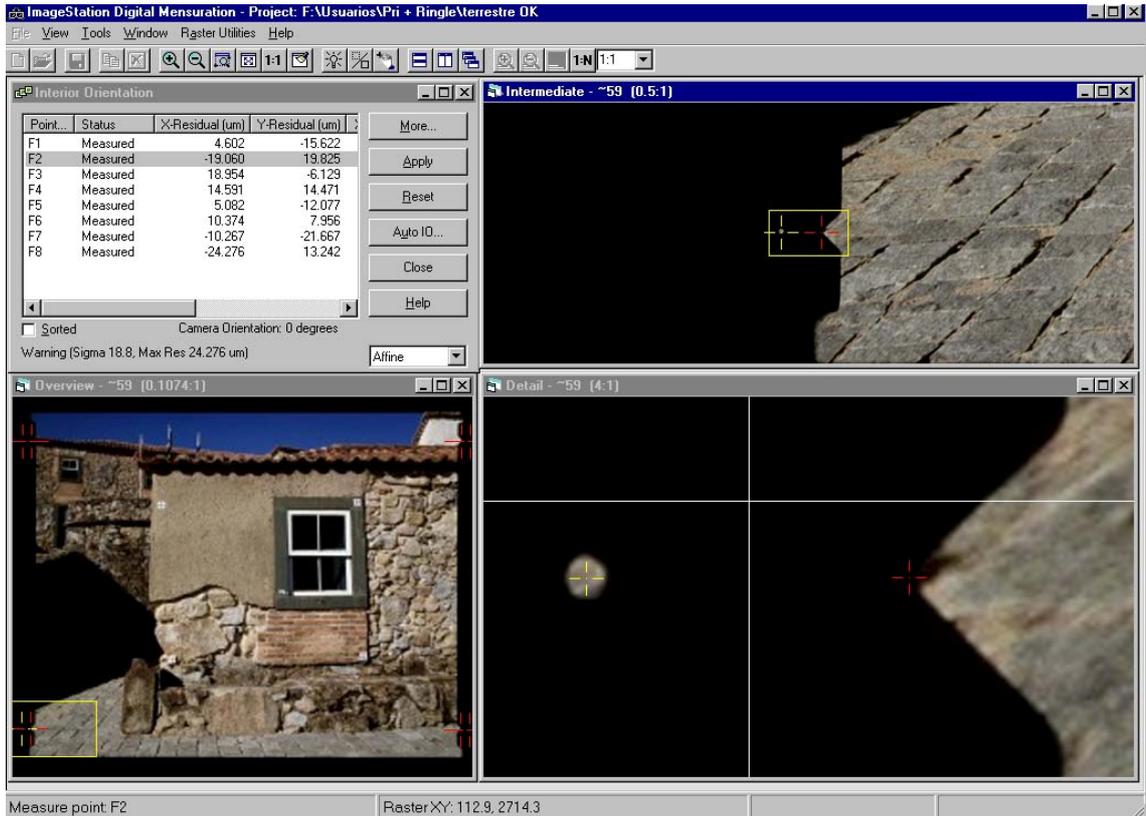


Fig.80- Foto 59 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma.

Additional Interior Orientation Parameters

P...	Status	X-Resid...	Y-Resi...	X-Calib ...	Y-Calib (...)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (...)
F1	Meas...	4.602	-15.622	-26.149	17.013	83.630	308.237
F2	Meas...	-19.060	19.825	-26.265	-17.009	76.363	2731.803
F3	Meas...	18.954	-6.129	26.144	-17.009	3816.227	2734.019
F4	Meas...	14.591	14.471	26.258	17.005	3825.352	307.023
F5	Meas...	5.082	-12.077	-25.101	17.013	158.435	307.991
F6	Meas...	10.374	7.956	-25.220	-16.994	148.886	2731.588
F7	Meas...	-10.267	-21.667	25.101	-16.992	3743.831	2733.909
F8	Meas...	-24.276	13.242	25.211	17.006	3753.359	307.032

Warning (Sigma 18.8, Max Res 24.276 um)

Affine

Parameter	Value
X-Scale	0.014
Y-Scale	0.014
Rotation (...)	0.000
Affinity (DD)	0.000
Shift in X	-1950.948
Shift in Y	-1520.494

Withhold Reinststate Delete Close Help

Fig 81- Resíduos em relação ao sigma, Foto 59 (orientação interior)

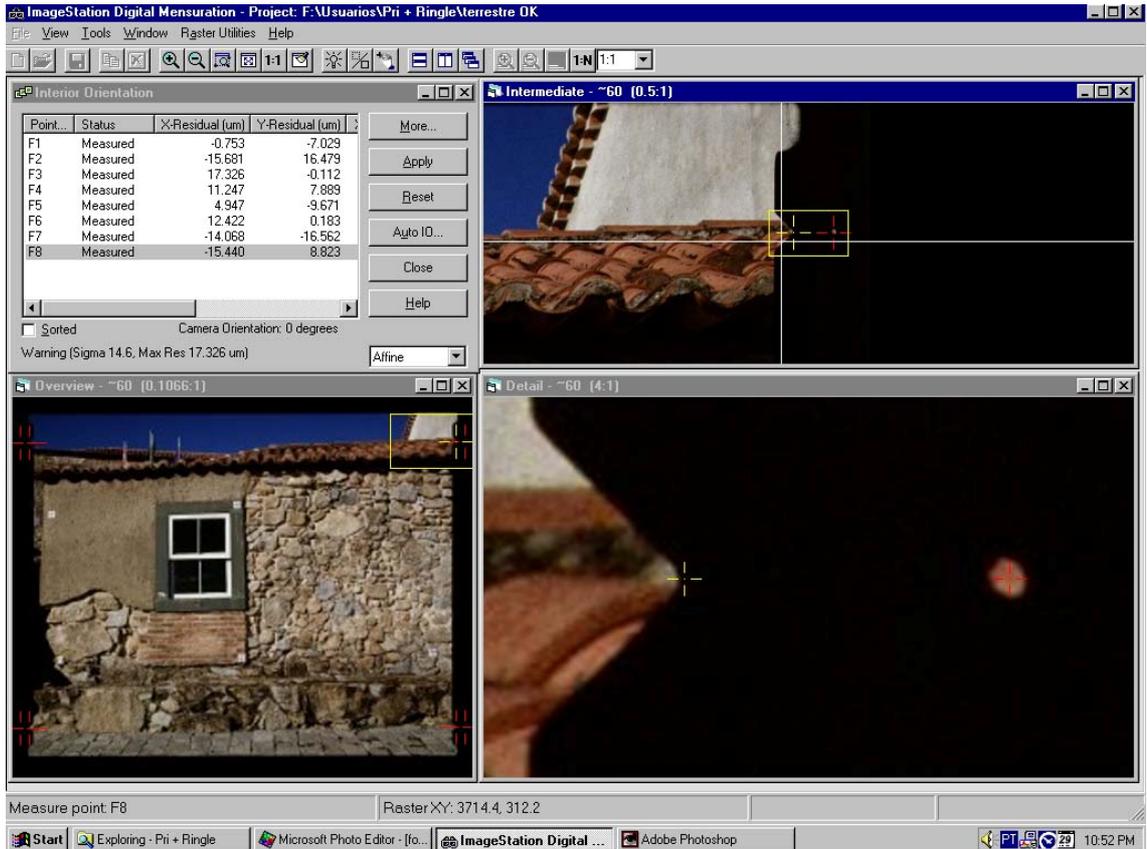


Fig.82- Foto 60 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

Additional Interior Orientation Parameters

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	-0.753	-7.029	-26.149	17.013	65.630	307.487
F2	M...	-15.681	16.479	-26.265	-17.009	65.613	2733.303
F3	M...	17.326	-0.112	26.144	-17.009	3807.905	2723.589
F4	M...	11.247	7.889	26.258	17.005	3809.282	296.094
F5	M...	4.947	-9.671	-25.101	17.013	140.103	307.457
F6	M...	12.422	0.183	-25.220	-16.994	138.268	2733.180
F7	M...	-14.068	-16.562	25.101	-16.992	3735.621	2723.768
F8	M...	-15.440	8.823	25.211	17.006	3736.379	296.173

Affine

Parameter	Value
X-Scale	0.014
Y-Scale	0.014
Rotation (...)	-0.003
Affinity (DD)	0.000
Shift in X	-1937.538
Shift in Y	-1515.425

Warning (Sigma 14.6, Max Res 17.326 um)

Fig.83- Resíduos em relação ao sigma, Foto 60 (orientação interior)

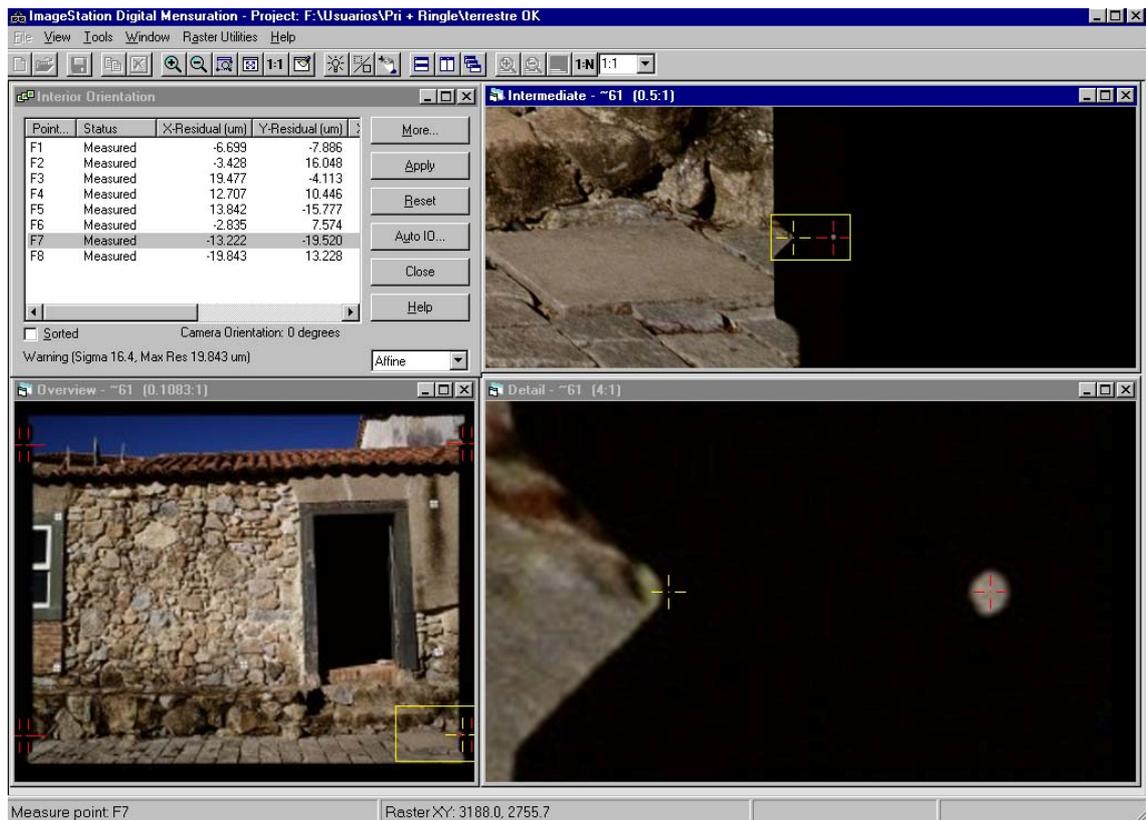


Fig.84- Foto 61 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

Additional Interior Orientation Parameters

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	-6.699	-7.886	-26.149	17.013	41.380	340.987
F2	M...	-3.428	16.048	-26.265	-17.009	39.863	2768.303
F3	M...	19.477	-4.113	26.144	-17.009	3784.223	2759.642
F4	M...	12.707	10.446	26.258	17.005	3785.850	330.147
F5	M...	13.842	-15.777	-25.101	17.013	114.820	341.348
F6	M...	-2.835	7.574	-25.220	-16.994	114.510	2767.636
F7	M...	-13.222	-19.520	25.101	-16.992	3712.007	2759.730
F8	M...	-19.843	13.228	25.211	17.006	3713.340	330.078

Warning (Sigma 16.4, Max Res 19.843 um)

Parameter	Value
X-Scale	0.014
Y-Scale	0.014
Rotation (...)	-0.003
Affinity (DD)	0.000
Shift in X	-1913.437
Shift in Y	-1550.028

Withhold Reinststate Delete Close Help

Fig.85- Resíduos em relação ao sigma, Foto 61 (orientação interior)

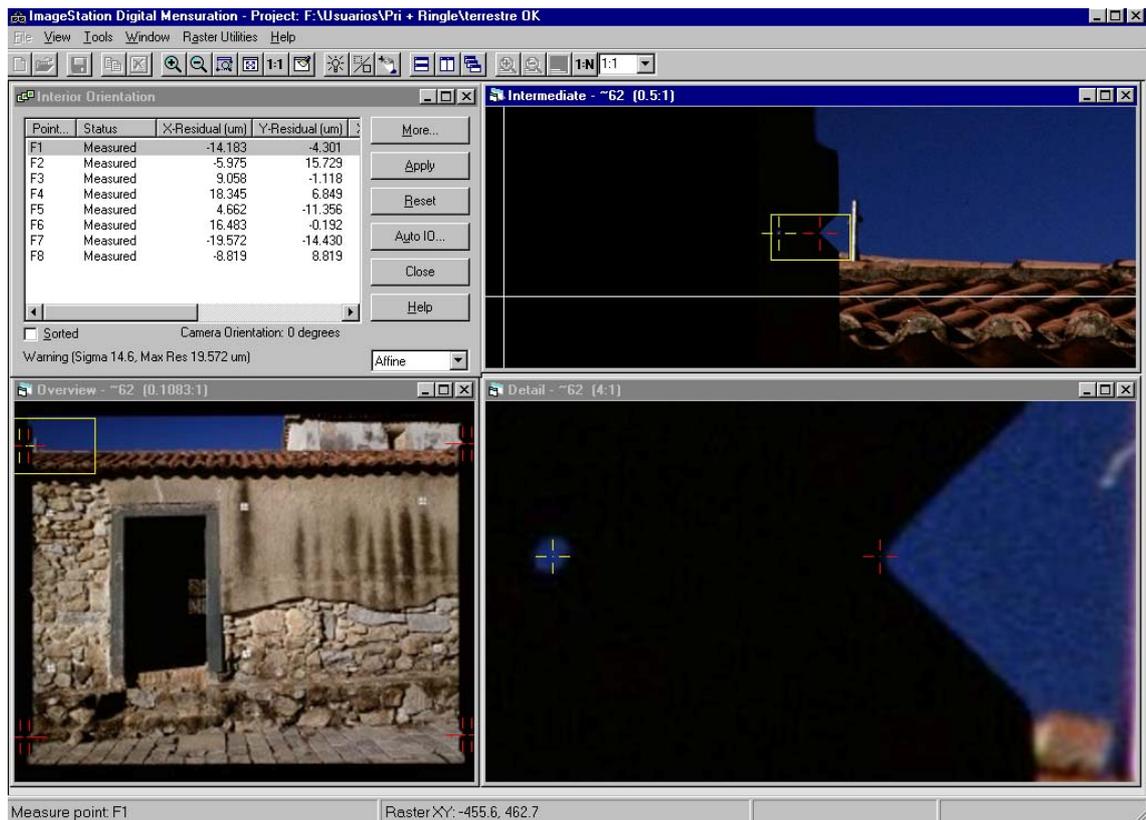


Fig.86- Foto 62 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

Additional Interior Orientation Parameters

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	-14.183	-4.301	-26.149	17.013	38.380	348.737
F2	M...	-5.975	15.729	-26.265	-17.009	42.613	2776.553
F3	M...	9.058	-1.118	26.144	-17.009	3787.213	2758.282
F4	M...	18.345	6.849	26.258	17.005	3781.591	329.037
F5	M...	4.662	-11.356	-25.101	17.013	111.934	348.851
F6	M...	16.483	-0.192	-25.220	-16.994	115.688	2776.231
F7	M...	-19.572	-14.430	25.101	-16.992	3714.709	2758.407
F8	M...	-8.819	8.819	25.211	17.006	3708.702	329.214

Warning (Sigma 14.6, Max Res 19.572 um)

Parameter Value

X-Scale 0.014

Y-Scale 0.014

Rotation (...) -0.005

Affinity (DD) 0.000

Shift in X -1912.793

Shift in Y -1553.458

Fig.87- Resíduos em relação ao sigma, Foto 62 (orientação interior)



Fig.88- Foto 63 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

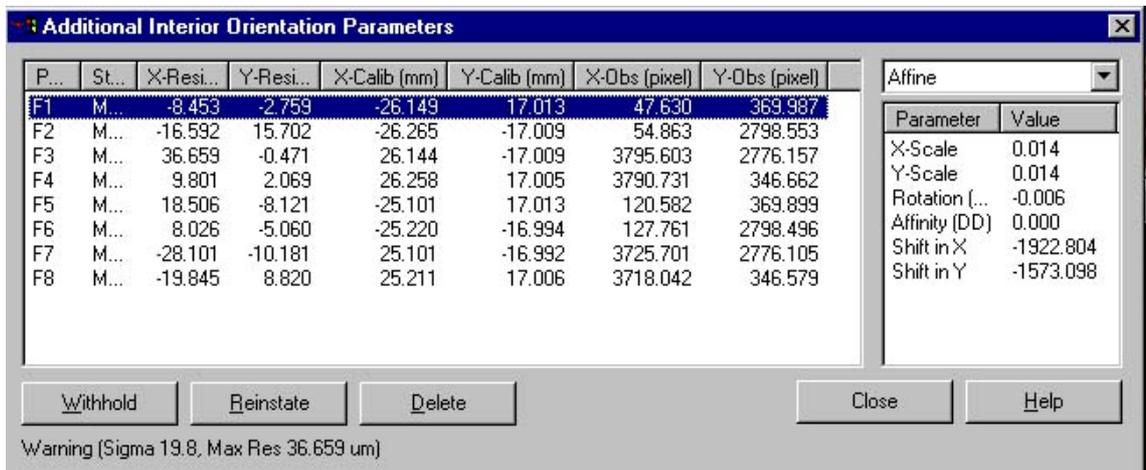


Fig.89- Resíduos em relação ao sigma, Foto 63 (orientação interior)

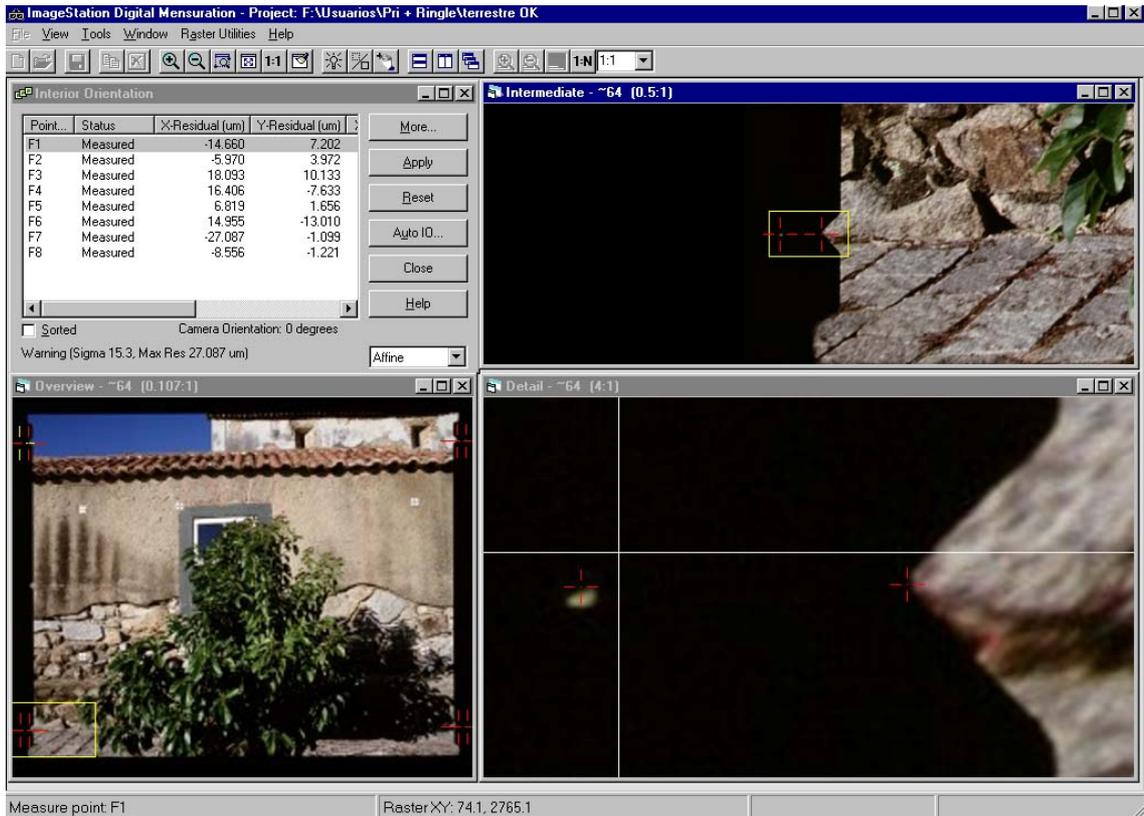


Fig.90- Foto 64 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

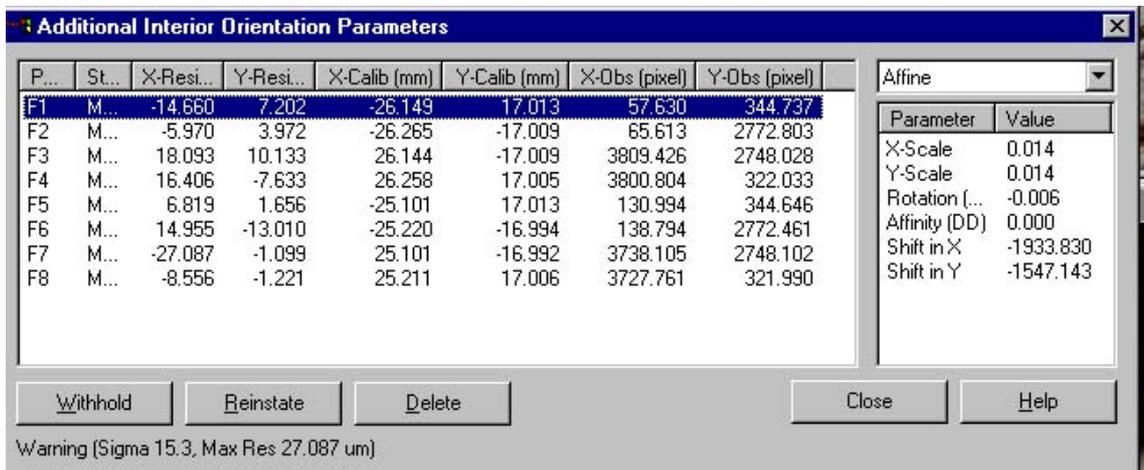


Fig.91- Resíduos em relação ao sigma, Foto 64 (orientação interior)

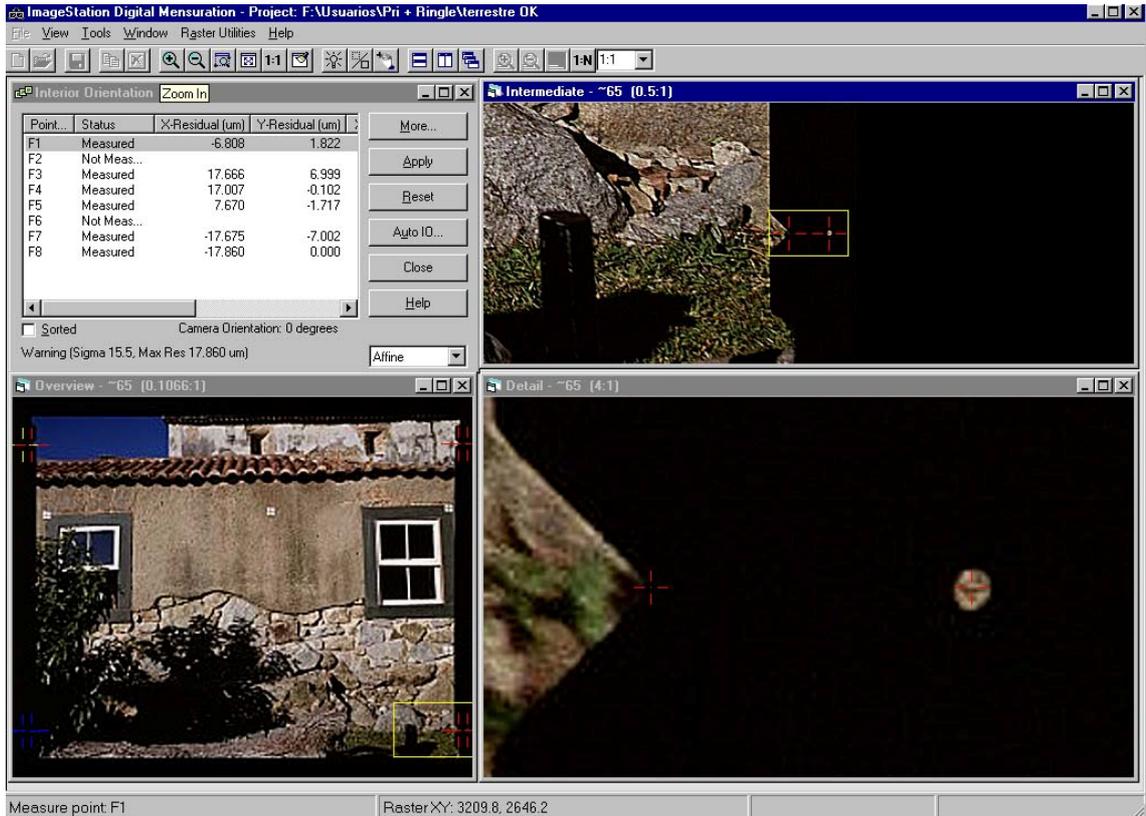


Fig.92- Foto 65 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

Additional Interior Orientation Parameters

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	-6.808	1.822	26.149	17.013	88.130	357.487
F3	M...	17.666	6.999	26.144	-17.009	3826.426	2780.278
F4	M...	17.007	-0.102	26.258	17.005	3830.791	353.470
F5	M...	7.670	-1.717	-25.101	17.013	161.973	357.645
F7	M...	-17.675	-7.002	25.101	-16.992	3754.428	2780.159
F8	M...	-17.860	0.000	25.211	17.006	3758.475	353.486

Affine

Parameter	Value
X-Scale	0.014
Y-Scale	0.014
Rotation (...)	-0.001
Affinity (DD)	0.000
Shift in X	-1957.845
Shift in Y	-1569.340

Withhold Reinststate Delete Close Help

Warning (Sigma 15.5, Max Res 17.860 um)

Fig.93- Resíduos em relação ao sigma, Foto 65 (orientação interior)

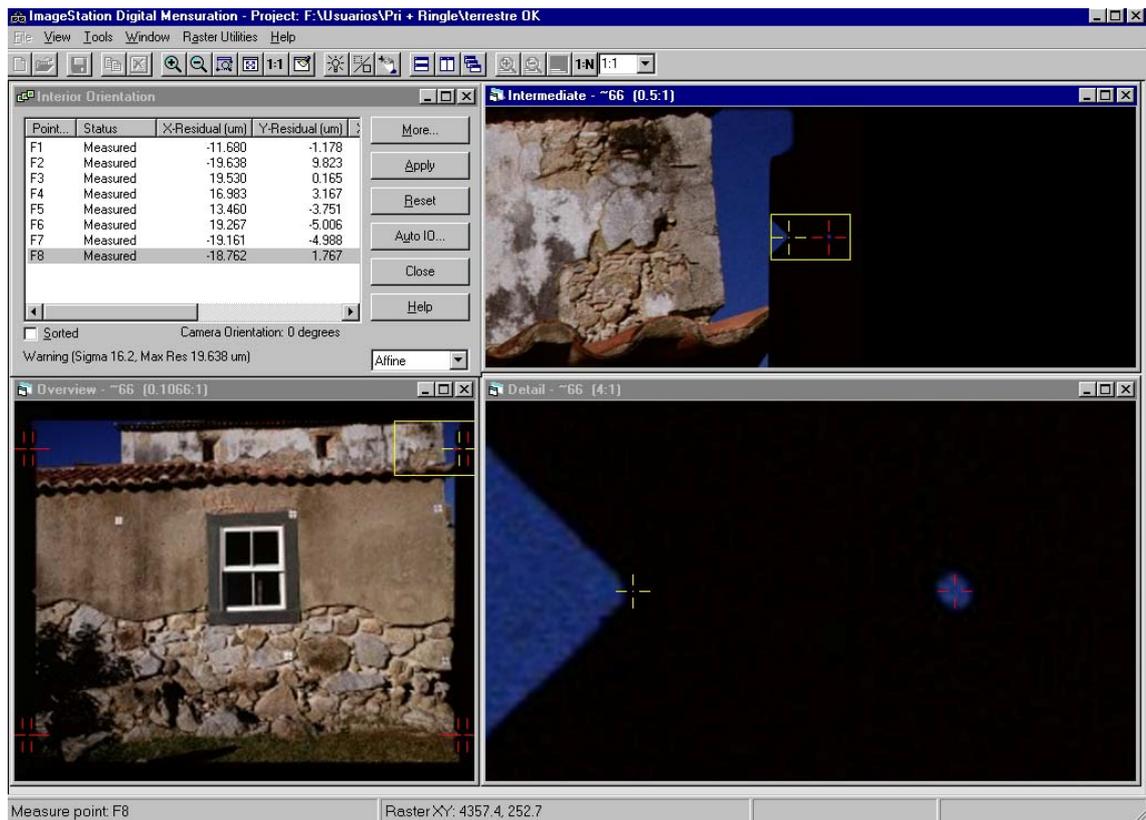


Fig.94 Foto 66 (orientação interior) com detalhes onde visualiza-se a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma

Additional Interior Orientation Parameters

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	-11.680	-1.178	-26.149	17.013	72.880	359.987
F2	M...	-19.638	9.823	-26.265	-17.009	64.613	2787.803
F3	M...	19.530	0.165	26.144	-17.009	3806.755	2788.885
F4	M...	16.983	3.167	26.258	17.005	3815.630	360.639
F5	M...	13.460	-3.751	-25.101	17.013	145.970	360.178
F6	M...	19.267	-5.006	-25.220	-16.994	136.505	2787.800
F7	M...	-19.161	-4.988	25.101	-16.992	3734.990	2788.032
F8	M...	-18.762	1.767	25.211	17.006	3743.369	360.660

Warning (Sigma 16.2, Max Res 19.638 um)

Affine

Parameter	Value
X-Scale	0.014
Y-Scale	0.014
Rotation (...)	0.000
Affinity (DD)	0.000
Shift in X	-1940.277
Shift in Y	-1574.542

Withhold Reinststate Delete Close Help

Fig.95- Resíduos em relação ao sigma, Foto 66 (orientação interior)

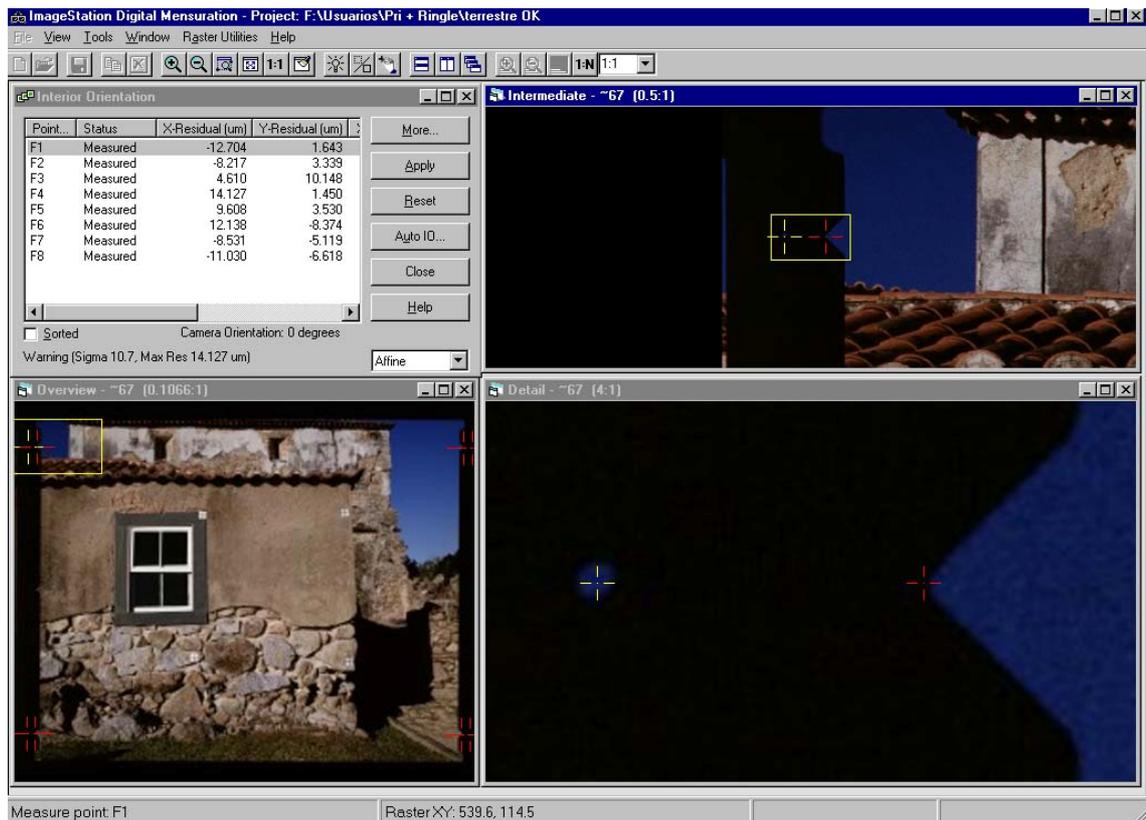


Fig.96- Foto 67 (orientação interior), detalhe onde apresenta a marca fiducial a ser medida em seu centro o mais próximo possível do Sigma.

Additional Interior Orientation Parameters

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	-12.704	1.643	-26.149	17.013	111.630	342.487
F2	M...	-8.217	3.339	-26.265	-17.009	98.863	2770.303
F3	M...	4.610	10.148	26.144	-17.009	3841.553	2776.219
F4	M...	14.127	1.450	26.258	17.005	3853.176	349.474
F5	M...	9.608	3.530	-25.101	17.013	184.896	342.480
F6	M...	12.138	-8.374	-25.220	-16.994	172.056	2770.197
F7	M...	-8.531	-5.119	25.101	-16.992	3767.991	2775.969
F8	M...	-11.030	-6.618	25.211	17.006	3780.185	349.850

Warning (Sigma 10.7, Max Res 14.127 um)

Parameter Value

X-Scale 0.014

Y-Scale 0.014

Rotation [...] 0.002

Affinity (DD) 0.000

Shift in X -1976.481

Shift in Y -1559.917

Fig.97- Resíduos em relação ao sigma, Foto 67 (orientação interior)

4.2.2- Orientação Relativa (OR)

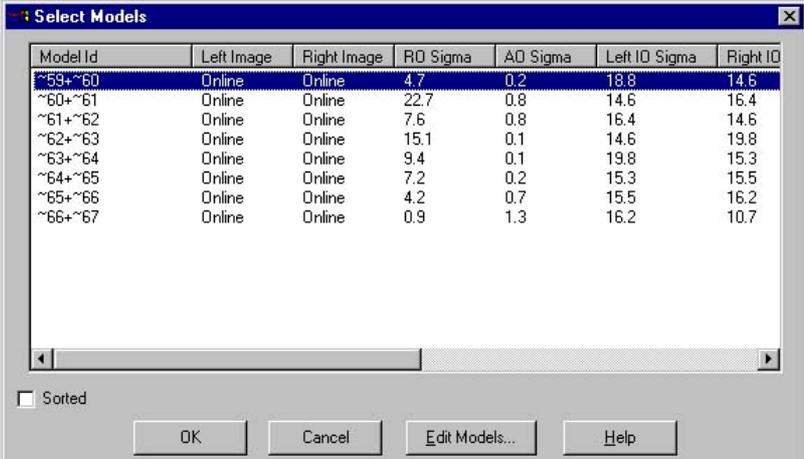
É o processo que determina o relacionamento entre as imagens; OR permite as coordenadas de um ponto (X,Y,Z) e atitude (cordenadas do centro perspectivo de cada foto e suas rotações x, y, z, k, μ, w) de uma foto em relação à outra foto. A OR permite que o usuário selecione um grupo de pontos de passagem (Tie points) e pontos de paralaxe (Parallax Points- após a medição do ponto na foto da esquerda, medir o mesmo ponto na foto da direita). Os pontos de passagem são pontos que devem ser coletados de forma bem distribuída na área de sobreposição das fotos e são utilizados como ligação de uma foto para outra. Pontos de paralaxe são pontos coletados sobre feições gráficas bem definidas.

Uma transformação matemática é calculada levando em consideração as coordenadas para o mesmo ponto na foto da direita e da esquerda. Os resultados são apresentados na forma de resíduos, paralaxe em Y, somatória das redundâncias entre outros parâmetros estatísticos.

Antes de iniciar a medição de pontos para a OR, o usuário deve executar uma OI sobre ambas as fotos que irão formar o modelo.

O usuário deve medir um mínimo de 6 (seis) pontos bem distribuídos para o cálculo da OR. Pontos de controle (Control Points) e checagem (Check Points) devem ser medidos como pontos de paralaxe caso o usuário desejar. Estes pontos são então utilizados no processo de Orientação Absoluta como pontos de controle.

As figuras 90 a 113 apresentam fotos com seis pontos em comum com outra foto do modelo, detalhes de cada foto, sobreposição destas e detalhes em stereo, assim como coordenadas dos pontos em comum.



Model Id	Left Image	Right Image	RD Sigma	AD Sigma	Left IO Sigma	Right IO
~59+~60	Online	Online	4.7	0.2	18.8	14.6
~60+~61	Online	Online	22.7	0.8	14.6	16.4
~61+~62	Online	Online	7.6	0.8	16.4	14.6
~62+~63	Online	Online	15.1	0.1	14.6	19.8
~63+~64	Online	Online	9.4	0.1	19.8	15.3
~64+~65	Online	Online	7.2	0.2	15.3	15.5
~65+~66	Online	Online	4.2	0.7	15.5	16.2
~66+~67	Online	Online	0.9	1.3	16.2	10.7

Fig. 98- Seleção dos modelos para execução da orientação relativa

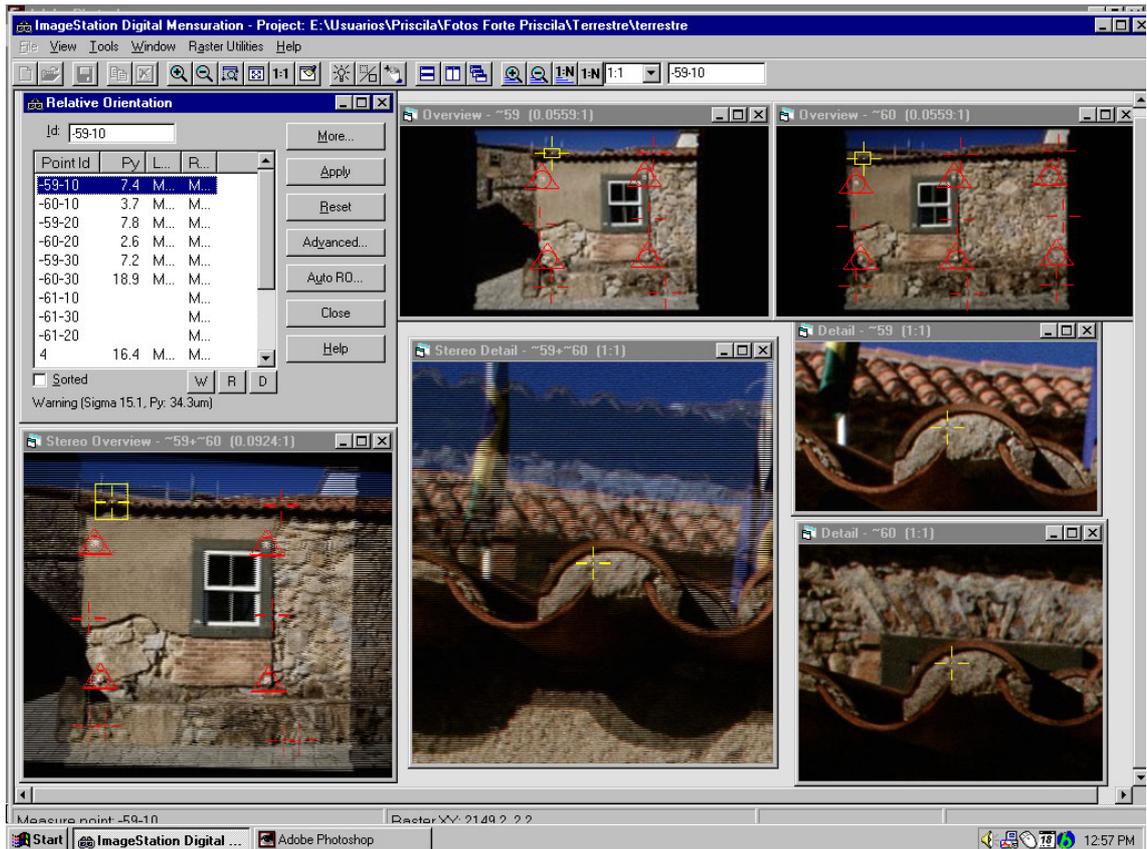


Fig.99- OR , Foto 59 + Foto 60, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

Additional Relative Orientation Parameters

Point...	St...	Sti...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)
4	M...	59	3.8	-0.042	1.844	0.3	-9.953	9.337	
4	M...	60	3.8	-0.018	-1.935	0.3	-22.505	8.395	
5	M...	59	4.6	-0.054	2.322	0.3	12.961	9.689	
5	M...	60	4.6	-0.021	-2.325	0.3	-0.692	9.439	
6	M...	59	5.2	-0.071	2.537	0.3	-8.680	-8.841	
6	M...	60	5.2	0.088	-2.657	0.3	-21.558	-8.951	
7	M...	59	19.4	0.271	-9.710	0.4	13.721	-8.531	
7	M...	60	19.4	-0.330	9.714	0.4	-0.202	-8.805	
8	M...	60					20.858	9.952	
15	M...	60					22.344	-8.177	
-59-10	M...	59	5.2	0.054	-2.532	0.2	-7.838	15.191	
-59-10	M...	60	5.2	0.061	2.647	0.2	-20.961	14.044	
-59-20	M...	59	1.3	-0.017	0.656	0.3	-10.551	-0.626	
-59-20	M...	60	1.3	0.010	-0.689	0.3	-23.243	-1.132	
-59-30	M...	59	4.0	0.057	-1.932	0.2	-7.937	-15.016	
-59-30	M...	60	4.0	-0.097	2.028	0.2	-22.540	-14.875	
-60-10	M...	59	1.3	-0.014	0.659	0.1	14.776	15.197	
-60-10	M...	60	1.3	-0.014	-0.658	0.1	0.836	15.019	
-60-20	M...	59	0.3	-0.003	0.135	0.2	13.961	0.515	
-60-20	M...	60	0.3	0.002	-0.135	0.2	0.151	0.263	
-60-30	M...	59	11.5	-0.172	5.757	0.1	17.988	-16.169	
-60-30	M...	60	11.5	0.300	-5.727	0.1	2.359	-16.497	
-61-10	M...	60					22.821	15.678	

Parameter	Left Photo	Right Ph...
XC	0.000	14.037
YC	0.000	0.359
ZC	44.096	43.933
Omega	0.000	-0.264
Phi	0.000	5.287
Kappa	0.000	359.282

DOF: 5, Iterations: 4
Warning (Sigma 7.9, Py: 19.4um)

Fig.100- Resíduos em relação ao sigma, Foto 59+60 (orientação relativa)

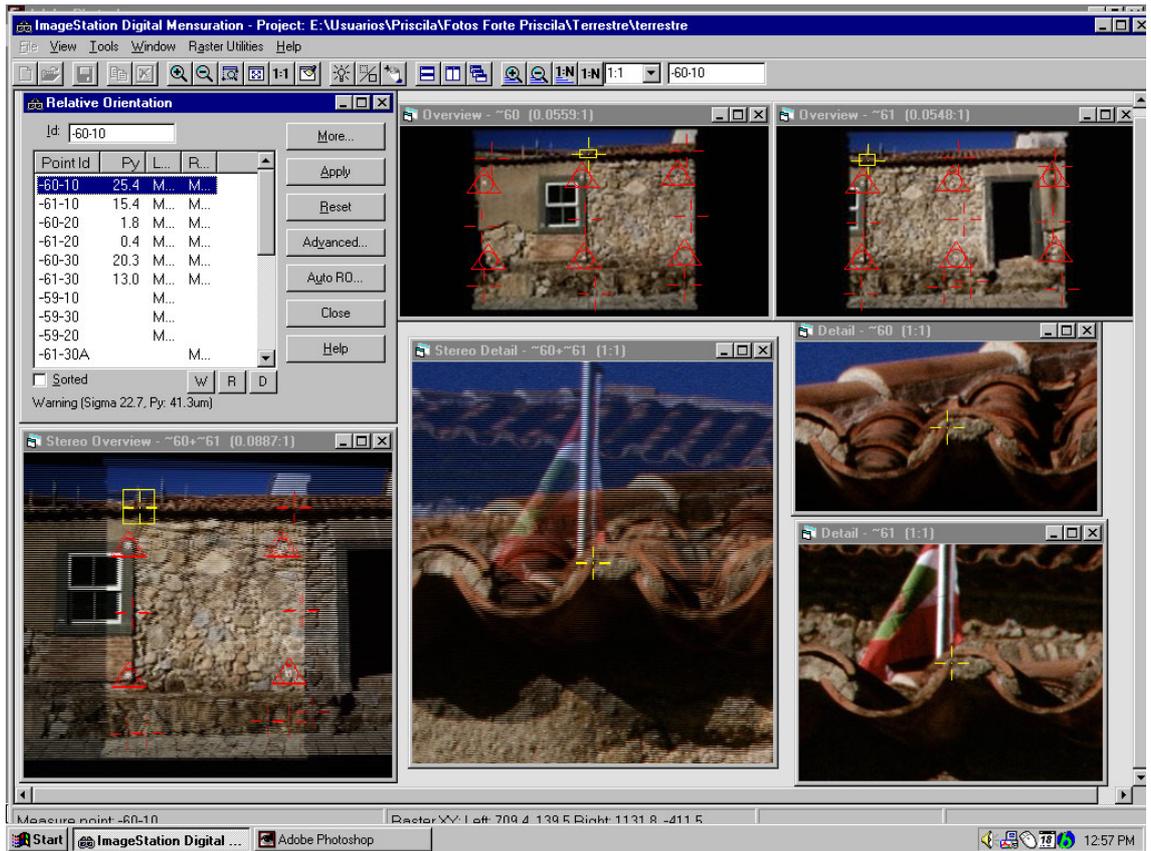


Fig.101- OR , Foto 60 + Foto 61, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

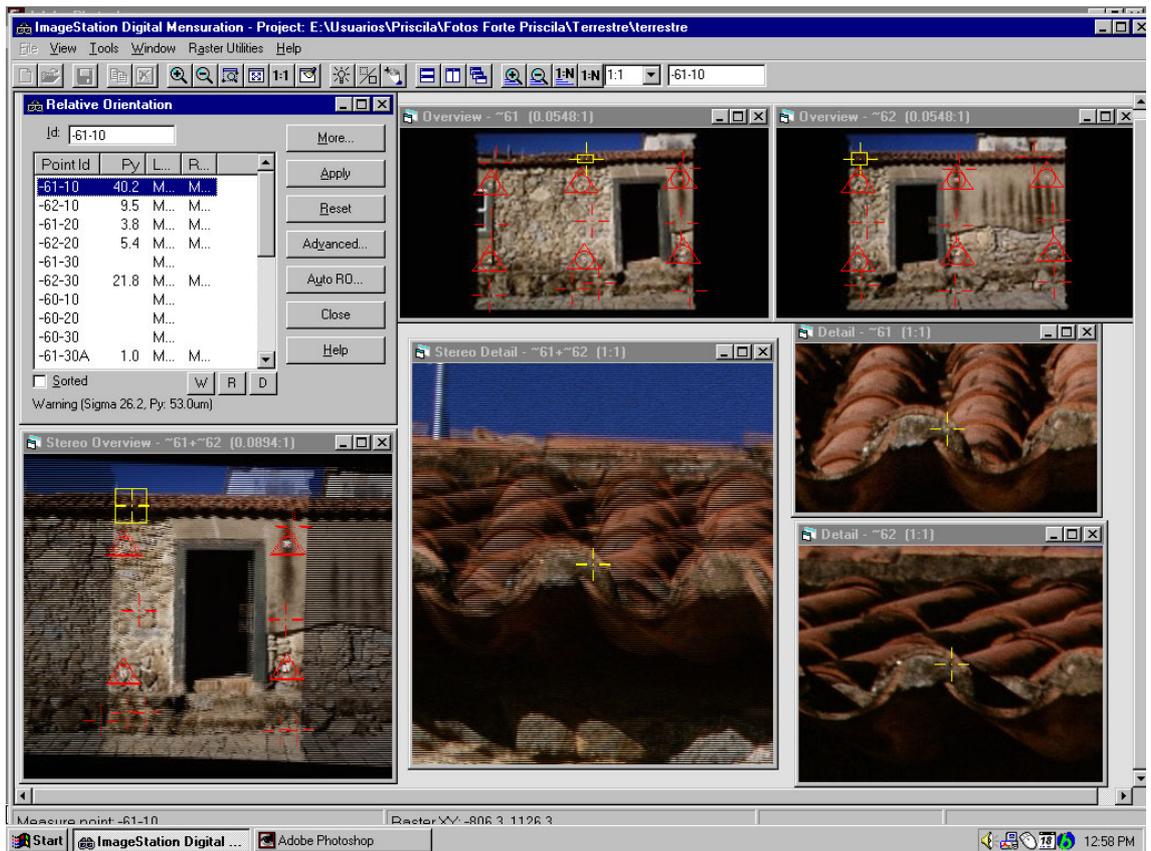


Fig.102- OR , Foto 61 + Foto 62 , detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

Additional Relative Orientation Parameters

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)	Parameter	Left Photo	Right Ph...
15	M...		62	4.2	0.047	-2.072	0.2	-22.756	-9.112	XC	0.000	22.648
16	M...		61	15.5	0.253	-7.688	0.4	22.376	-7.431	YC	0.000	0.830
16	M...		62	15.5	-0.187	7.771	0.4	0.051	-7.537	ZC	44.096	44.553
17	M...		62					22.229	-7.034	Omega	0.000	-0.670
-60-10	M...		61					-20.580	13.916	Phi	0.000	-3.738
-60-20	M...		61					-21.375	-0.418	Kappa	0.000	0.185
-60-30	M...		61					-21.866	-16.807			
-61-10	M...		61	1.7	-0.037	0.847	0.2	0.150	14.472			
-61-10	M...		62	1.7	0.056	-0.829	0.2	-22.327	14.733			
-61-20	M...		61	11.8	0.218	-5.943	0.4	1.537	0.126			
-61-20	M...		62	11.8	-0.233	5.829	0.4	-20.583	0.008			
-61-30	M...		61					-3.061	-15.234			
-61-30A	M...		61	0.8	-0.013	0.414	0.2	3.067	-14.010			
-61-30A	M...		62	0.8	0.005	-0.406	0.2	-21.854	-14.441			
-62-10	M...		61	6.1	0.128	-3.043	0.2	22.454	12.577			
-62-10	M...		62	6.1	-0.191	3.078	0.2	0.563	12.288			
-62-20	M...		61	3.4	-0.061	1.691	0.2	22.065	-0.450			
-62-20	M...		62	3.4	0.064	-1.708	0.2	-0.306	-0.631			
-62-30	M...		61	8.1	-0.117	4.027	0.1	24.167	-15.808			
-62-30	M...		62	8.1	0.032	-4.071	0.2	-0.509	-15.823			
-63-10	M...		62					17.617	15.072			
-63-20	M...		62					21.988	0.407			
-63-30	M...		62					22.238	-13.938			

DDF: 5, Iterations: 4
Warning (Sigma 8.0, Py: 15.5um)

Fig.103- Resíduos em relação ao sigma, Foto 61+62 (orientação relativa)

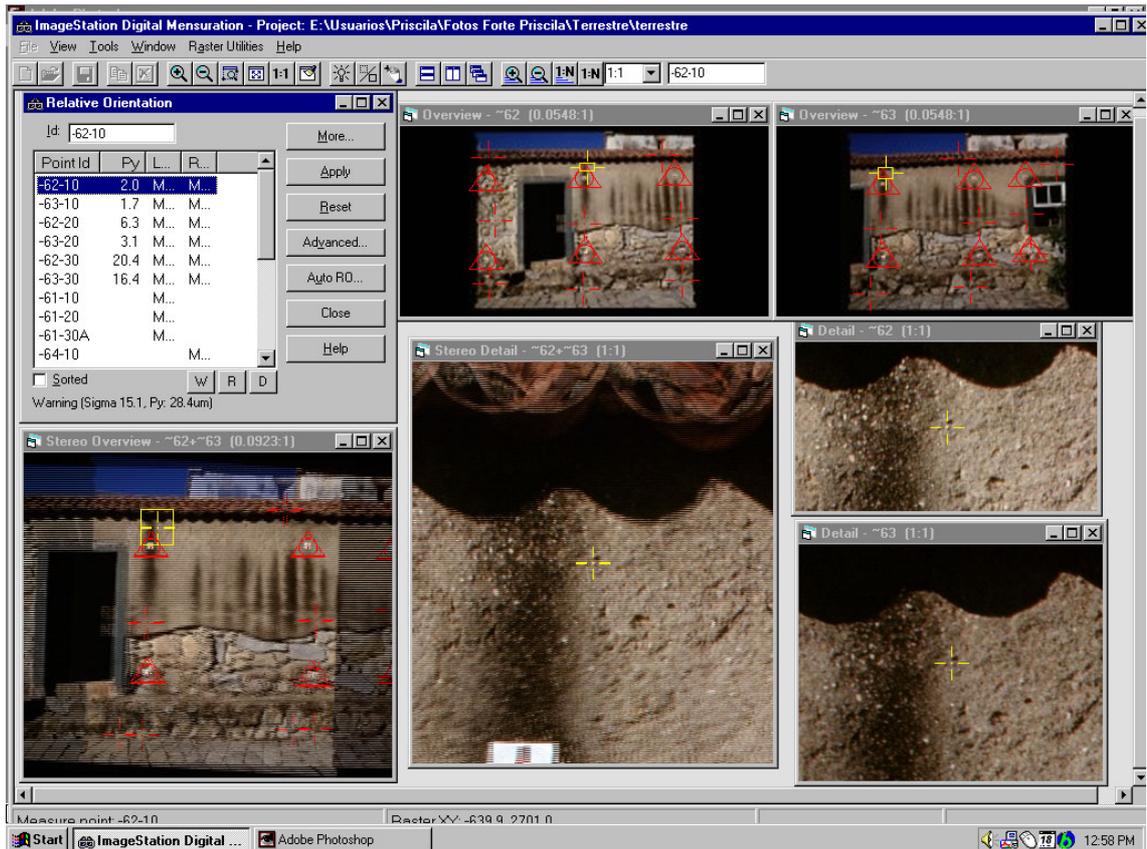


Fig.104- OR , Foto 62 + Foto 63, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)	Parameter	Left Photo	Right Ph...
16	M...	62	12.0	-0.240	5.942	0.4	0.051	-7.537	XC	0.000	17.555	
16	M...	63	12.0	0.275	-6.042	0.4	-17.153	-8.232	YC	0.000	0.583	
17	M...	62	20.9	0.431	-10.567	0.3	22.229	-7.034	ZC	44.096	43.360	
17	M...	63	20.9	-0.481	10.300	0.3	4.862	-7.899	Omega	0.000	-0.023	
18	W...	63					16.486	-7.153	Phi	0.000	4.790	
-61-10	M...	62					-22.327	14.733	Kappa	0.000	359.487	
-61-20	M...	62					-20.583	0.008				
-61-30A	M...	62					-21.854	-14.441				
-62-10	M...	62	3.2	0.034	-1.579	0.2	0.563	12.288				
-62-10	M...	63	3.2	0.017	1.603	0.2	-16.459	11.291				
-62-20	M...	62	6.0	-0.101	2.987	0.2	-0.306	-0.631				
-62-20	M...	63	6.0	0.079	-3.039	0.2	-17.696	-1.454				
-62-30	M...	62	11.0	0.263	-5.448	0.1	-0.509	-15.823				
-62-30	M...	63	11.0	-0.384	5.559	0.1	-20.131	-16.461				
-63-10	M...	62	0.2	-0.002	0.097	0.2	17.617	15.072				
-63-10	M...	63	0.2	-0.002	-0.095	0.2	0.193	14.650				
-63-20	M...	62	4.8	0.082	-2.441	0.3	21.988	0.407				
-63-20	M...	63	4.8	-0.060	2.379	0.3	4.989	-0.231				
-63-30	M...	62	16.6	-0.398	8.392	0.2	22.238	-13.938				
-63-30	M...	63	16.6	0.547	-8.197	0.2	2.864	-15.002				
-64-10	M...	63					22.737	13.199				
-64-20	M...	63					15.726	1.767				
-64-30	M...	63					16.643	-7.501				

Warning (Sigma 10.7, Py: 20.9um)

Fig.105- Resíduos em relação ao sigma, Foto 62+63 (orientação relativa)

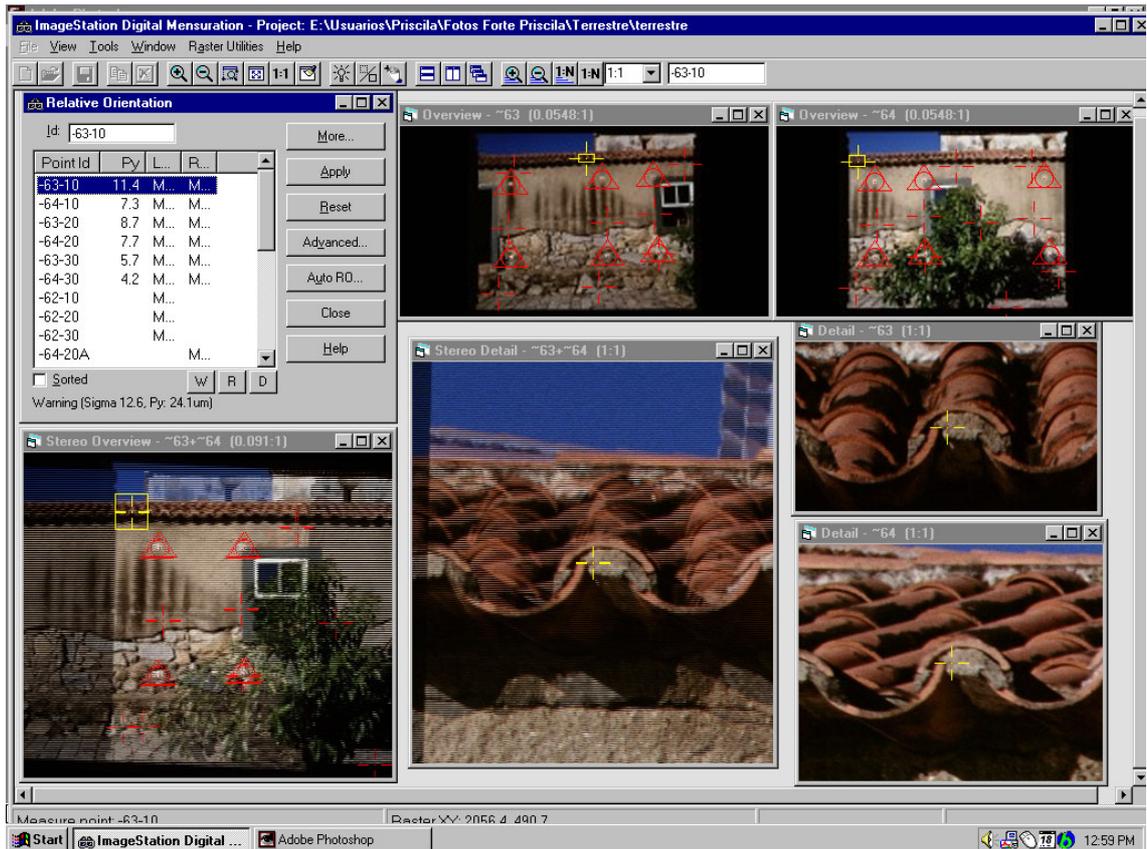


Fig.106- OR , Foto 63 + Foto 64, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

Additional Relative Orientation Parameters

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)	Parameter	Left Photo	Right Ph...
18	W...		63	3.8	-0.072	1.892	0.0	16.486	-7.153	XC	0.000	23.435
18	W...		64	3.8	0.108	-1.892	0.0	-7.361	-7.984	YC	0.000	0.834
19	M...		64					21.248	-8.104	ZC	44.096	43.746
-62-10	M...		63					-16.459	11.291	Omega	0.000	-0.006
-62-20	M...		63					-17.696	-1.454	Phi	0.000	2.695
-62-30	M...		63					-20.131	-16.461	Kappa	0.000	0.617
-63-10	M...		63	1.6	0.025	-0.802	0.1	0.193	14.650			
-63-10	M...		64	1.6	-0.021	0.815	0.1	-22.716	13.757			
-63-20	M...		63	10.8	0.193	-5.388	0.2	4.989	-0.231			
-63-20	M...		64	10.8	-0.256	5.451	0.2	-18.240	-0.935			
-63-30	M...		63	3.9	-0.079	1.945	0.1	2.864	-15.002			
-63-30	M...		64	3.9	0.134	-1.975	0.1	-23.134	-15.493			
-64-10	M...		63	8.0	0.125	-3.999	0.1	22.737	13.199			
-64-10	M...		64	8.0	-0.114	3.969	0.1	-0.196	12.393			
-64-20	M...		63	5.7	-0.101	2.861	0.2	15.726	1.767			
-64-20	M...		64	5.7	0.128	-2.862	0.2	-7.684	0.952			
-64-20A	M...		64					5.427	-0.646			
-64-30	M...		63	3.0	0.058	-1.519	0.0	16.643	-7.501			
-64-30	M...		64	3.0	-0.088	1.518	0.0	-7.234	-8.342			
-64-30A	M...		64					11.345	-20.338			
-65-10	M...		64					17.206	12.452			
-65-20	M...		64					17.832	0.409			
-65-30	M...		64					23.282	-12.051			

Withhold Reinstat Delete DOF: 4, Iterations: 3 Warning (Sigma 6.9, Py: 11.4um) Close Help

Fig.107- Resíduos em relação ao sigma, Foto 63+64 (orientação relativa)

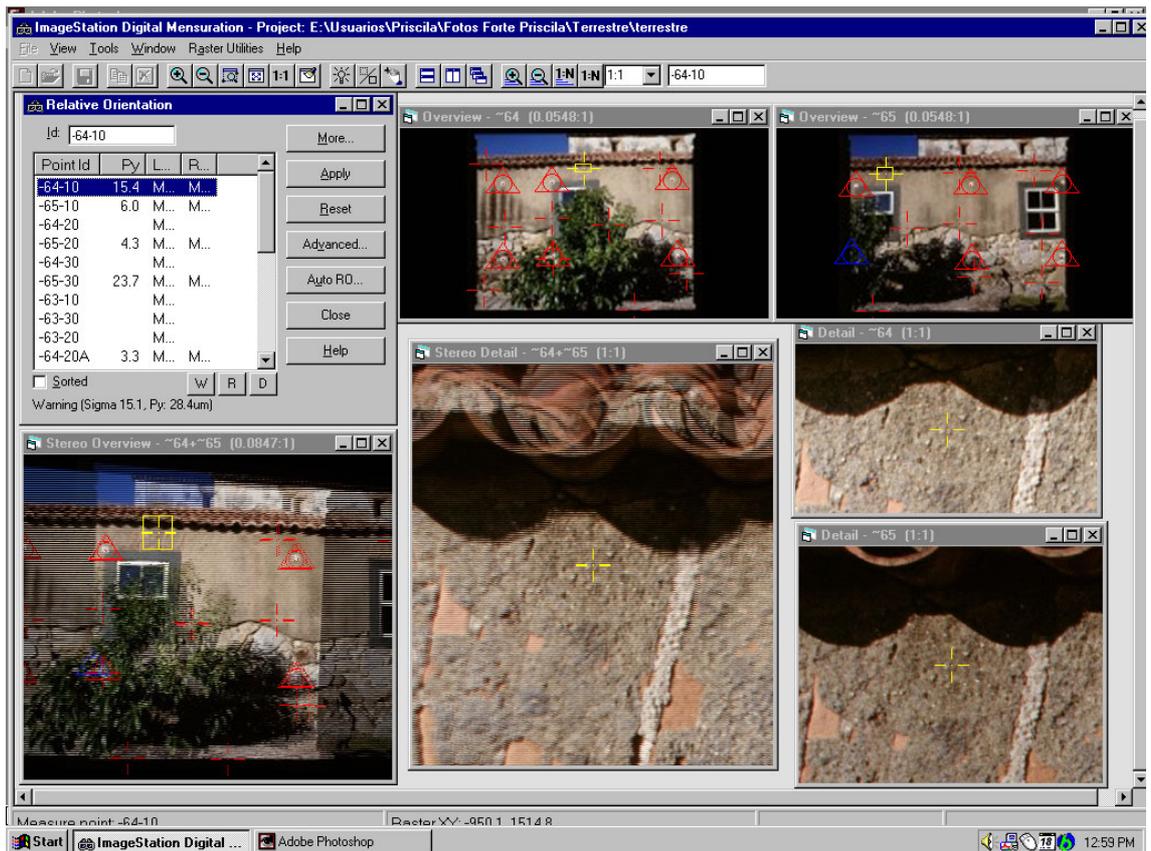


Fig.108- OR , Foto 64 + Foto 65, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

The screenshot shows the 'Additional Relative Orientation Parameters' window. The table below lists the residuals and parameters for the stereo pair:

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)
19	M...	64	0.4	-0.007	0.182	0.3	21.248	-8.104	
19	M...	65	0.4	0.008	-0.187	0.3	3.179	-8.403	
20	M...	65					23.962	-7.649	
-63-10	M...	64					-22.716	13.757	
-63-20	M...	64					-18.240	-0.935	
-63-30	M...	64					-23.134	-15.493	
-64-10	M...	64	18.0	0.598	-8.815	0.3	-0.196	12.393	
-64-10	M...	65	18.0	-0.576	9.156	0.3	-16.570	11.523	
-64-20	M...	64					-7.684	0.952	
-64-20A	M...	64	5.1	0.120	-2.503	0.1	5.427	-0.646	
-64-20A	M...	65	5.1	-0.134	2.593	0.1	-11.612	-1.084	
-64-30	M...	64					-7.234	-8.342	
-64-30A	M...	64	0.3	-0.003	0.138	0.0	11.345	-20.338	
-64-30A	M...	65	0.3	0.005	-0.147	0.0	-19.389	-20.126	
-65-10	M...	64	4.3	-0.142	2.136	0.3	17.206	12.452	
-65-10	M...	65	4.3	0.136	-2.195	0.3	0.237	11.677	
-65-20	M...	64	10.1	0.242	-4.977	0.4	17.832	0.409	
-65-20	M...	65	10.1	-0.266	5.116	0.4	0.381	-0.106	
-65-30	M...	64	3.4	-0.051	1.677	0.2	23.282	-12.051	
-65-30	M...	65	3.4	0.072	-1.725	0.2	3.735	-12.275	
-66-10	M...	65					17.367	12.355	
-66-20	M...	65					19.346	-2.253	
-66-30	M...	65					19.448	-13.489	

Parameter table:

Parameter	Left Photo	Right Ph...
XC	0.000	18.523
YC	0.000	0.915
ZC	44.096	45.316
Omega	0.000	-0.527
Phi	0.000	1.609
Kappa	0.000	0.176

Warning (Sigma 10.1, Py: 18.0um)

Fig.109- Resíduos em relação ao sigma, Foto 64+65 (orientação relativa)

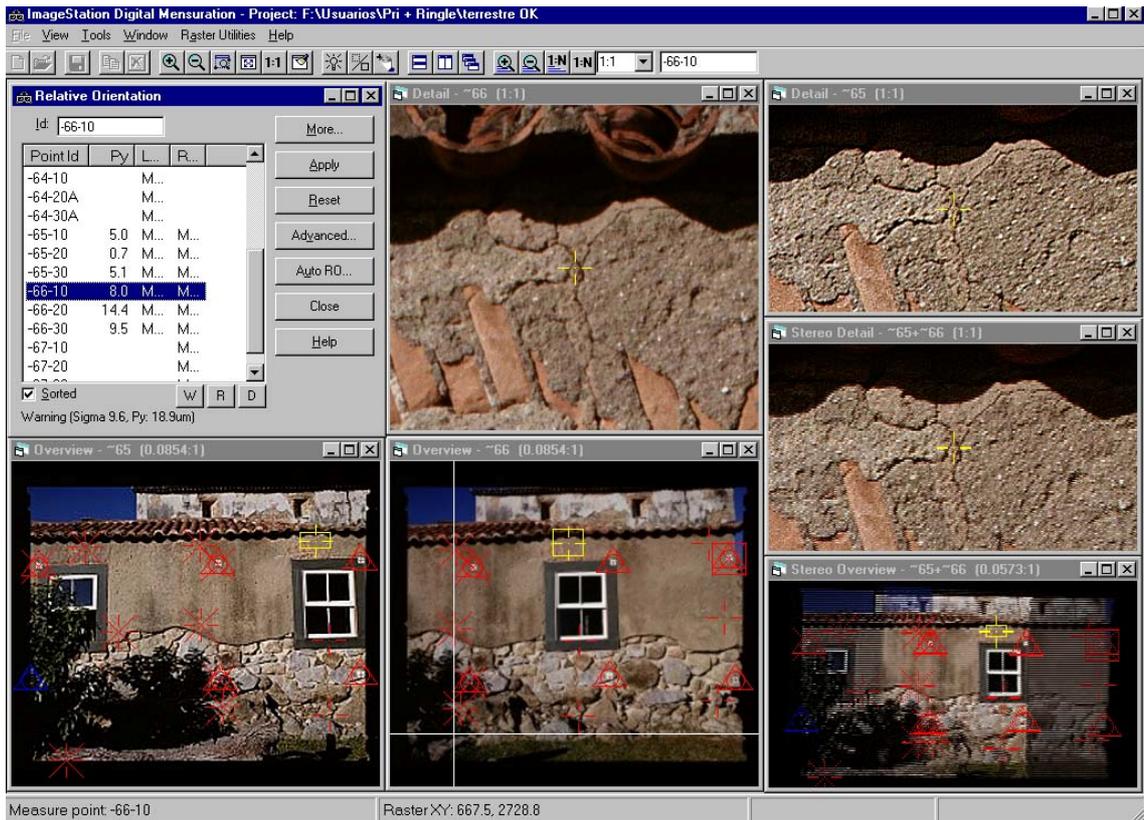


Fig.110- OR , Foto 65 + Foto 66, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

Additional Relative Orientation Parameters

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)	Parameter	Left Photo	Right Ph...
19	M...	65	10.6	-0.090	5.241	0.3	3.179	-8.403	XC	0.000	18.662	
19	M...	66	10.6	0.076	-5.366	0.3	-15.440	-8.584	YC	0.000	0.377	
20	M...	65	18.9	-0.163	9.413	0.2	23.962	-7.649	ZC	44.096	44.388	
20	M...	66	18.9	0.132	-9.447	0.2	5.099	-7.763	Omega	0.000	-0.255	
21	M...	66					23.669	-8.335	Phi	0.000	2.431	
-64-10	M...	65					-16.570	11.523	Kappa	0.000	359.361	
-64-20A	M...	65					-11.612	-1.084				
-64-30A	M...	65					-19.389	-20.126				
-65-10	M...	65	5.0	0.060	-2.478	0.2	0.237	11.677				
-65-10	M...	66	5.0	-0.005	2.541	0.2	-17.479	11.005				
-65-20	M...	65	0.7	-0.007	0.367	0.4	0.381	-0.106				
-65-20	M...	66	0.7	0.003	-0.377	0.4	-17.647	-0.508				
-65-30	M...	65	5.1	0.040	-2.533	0.2	3.735	-12.275				
-65-30	M...	66	5.1	-0.043	2.599	0.2	-16.870	-12.405				
-66-10	M...	65	8.0	-0.098	3.994	0.2	17.367	12.356				
-66-10	M...	66	8.0	0.007	-4.031	0.3	-0.990	12.052				
-66-20	M...	65	14.4	0.138	-7.177	0.3	19.346	-2.253				
-66-20	M...	66	14.4	-0.077	7.232	0.3	0.700	-2.458				
-66-30	M...	65	9.5	0.073	-4.755	0.1	19.448	-13.489				
-66-30	M...	66	9.5	-0.083	4.793	0.1	0.535	-13.591				
-67-10	M...	66					19.635	11.998				
-67-20	M...	66					22.087	1.132				
-67-30	M...	66					20.970	-11.272				

DOF: 5, Iterations: 3
Warning (Sigma 9.6, Py: 18.9um)

Fig. 111- Resíduos em relação ao sigma, Foto 65+66 (orientação relativa)

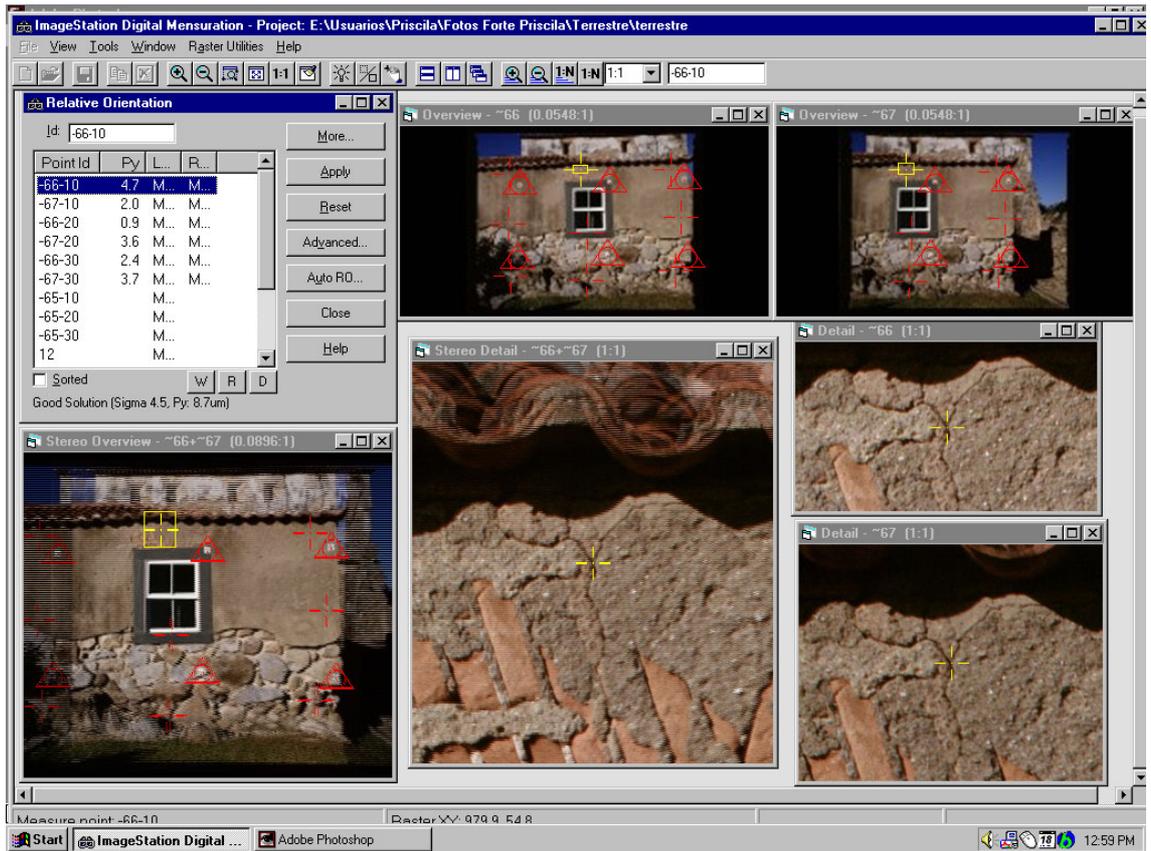


Fig.112- OR , Foto 66 + Foto 67, detalhes das fotos e sobreposição em stereo.

Additional Relative Orientation Parameters

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)	Parameter	Left Photo	Right Ph...
14	M...	67	3.1	0.059	-1.557	0.3	0.3	11.424	9.189	XC	0.000	11.509
15	W...	66	3.1	-0.024	1.521	0.0	0.0	22.645	9.800	YC	0.000	0.146
15	W...	67	3.1	0.058	-1.555	0.0	0.0	11.311	9.192	ZC	44.096	44.267
19	M...	66						-15.440	-8.584	Omega	0.000	0.267
20	M...	66	0.7	0.003	-0.337	0.3	0.3	5.099	-7.763	Phi	0.000	-3.779
20	M...	67	0.7	-0.002	0.336	0.3	0.3	-6.631	-8.074	Kappa	0.000	0.439
21	M...	66	5.1	-0.025	2.527	0.3	0.3	23.669	-8.335			
21	M...	67	5.1	0.012	-2.586	0.3	0.3	11.818	-8.546			
-65-10	M...	66						-17.479	11.005			
-65-20	M...	66						-17.647	-0.508			
-65-30	M...	66						-16.870	-12.405			
-66-10	M...	66	3.8	0.032	-1.927	0.1	0.1	-0.990	12.052			
-66-10	M...	67	3.8	-0.081	1.901	0.1	0.1	-12.182	11.974			
-66-20	M...	66	0.3	0.002	-0.169	0.3	0.3	0.700	-2.458			
-66-20	M...	67	0.3	-0.003	0.167	0.3	0.3	-10.791	-2.719			
-66-30	M...	66	0.5	-0.002	0.228	0.1	0.1	0.535	-13.591			
-66-30	M...	67	0.5	-0.001	-0.225	0.1	0.1	-11.159	-13.999			
-67-10	M...	66	3.3	0.027	-1.639	0.3	0.3	19.635	11.998			
-67-10	M...	67	3.3	-0.070	1.668	0.3	0.3	8.341	11.404			
-67-20	M...	66	4.5	0.029	-2.209	0.3	0.3	22.087	1.132			
-67-20	M...	67	4.5	-0.049	2.255	0.3	0.3	10.480	0.717			
-67-30	M...	66	3.2	0.014	-1.588	0.2	0.2	20.970	-11.272			
-67-30	M...	67	3.2	0.001	1.618	0.2	0.2	9.133	-11.457			

DDF: 5, Iterations: 3
Good Solution (Sigma 3.8, Py: 7.3um)

Fig.113- Resíduos em relação ao sigma, Foto 66+67 (orientação relativa)

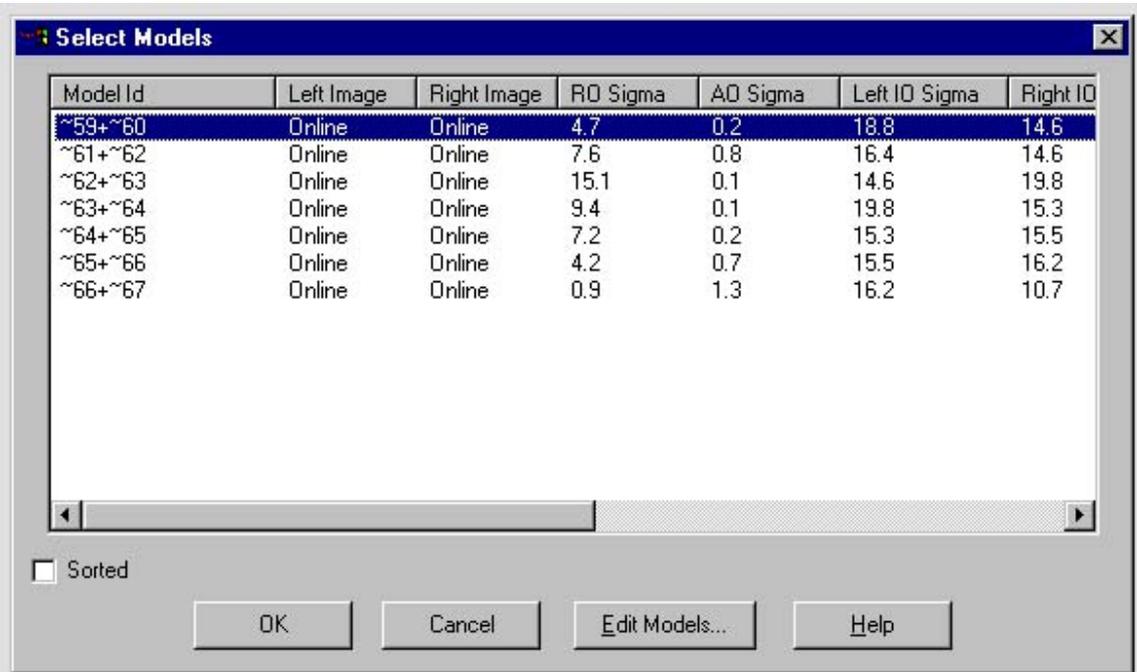
4.2.3- Orientação Absoluta (AO)

Última orientação a ser executada sobre o modelo, a Orientação Absoluta determina o relacionamento entre as coordenadas do modelo (Model coordinates) e as coordenadas da fachada (Ground coordinates). Neste processo deve-se medir os pontos de controle. Pontos de controle são pontos com coordenadas da fachada conhecidas que serão utilizadas no cálculo da AO.

Durante a AO uma transformação matemática é calculada usando as coordenadas medidas e as coordenadas de modelo. O resultado é apresentado na forma de parâmetros da transformação, resíduos entre outros dados estatísticos. O usuário deve medir topograficamente pelo menos 4 pontos de controle por modelo para calcular a AO.

Uma vez definidos, usa-se o MicroStation para a execução do desenho tridimensional das fachadas (restituição fotogramétrica da fachada).

As figuras 115 a 130 apresentam fotos isoladas com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição destas em stereo, assim como coordenadas dos pontos de controle.



Model Id	Left Image	Right Image	RO Sigma	AO Sigma	Left IO Sigma	Right IO
~59+~60	Online	Online	4.7	0.2	18.8	14.6
~61+~62	Online	Online	7.6	0.8	16.4	14.6
~62+~63	Online	Online	15.1	0.1	14.6	19.8
~63+~64	Online	Online	9.4	0.1	19.8	15.3
~64+~65	Online	Online	7.2	0.2	15.3	15.5
~65+~66	Online	Online	4.2	0.7	15.5	16.2
~66+~67	Online	Online	0.9	1.3	16.2	10.7

Fig.114- Seleção dos modelos para execução da orientação absoluta

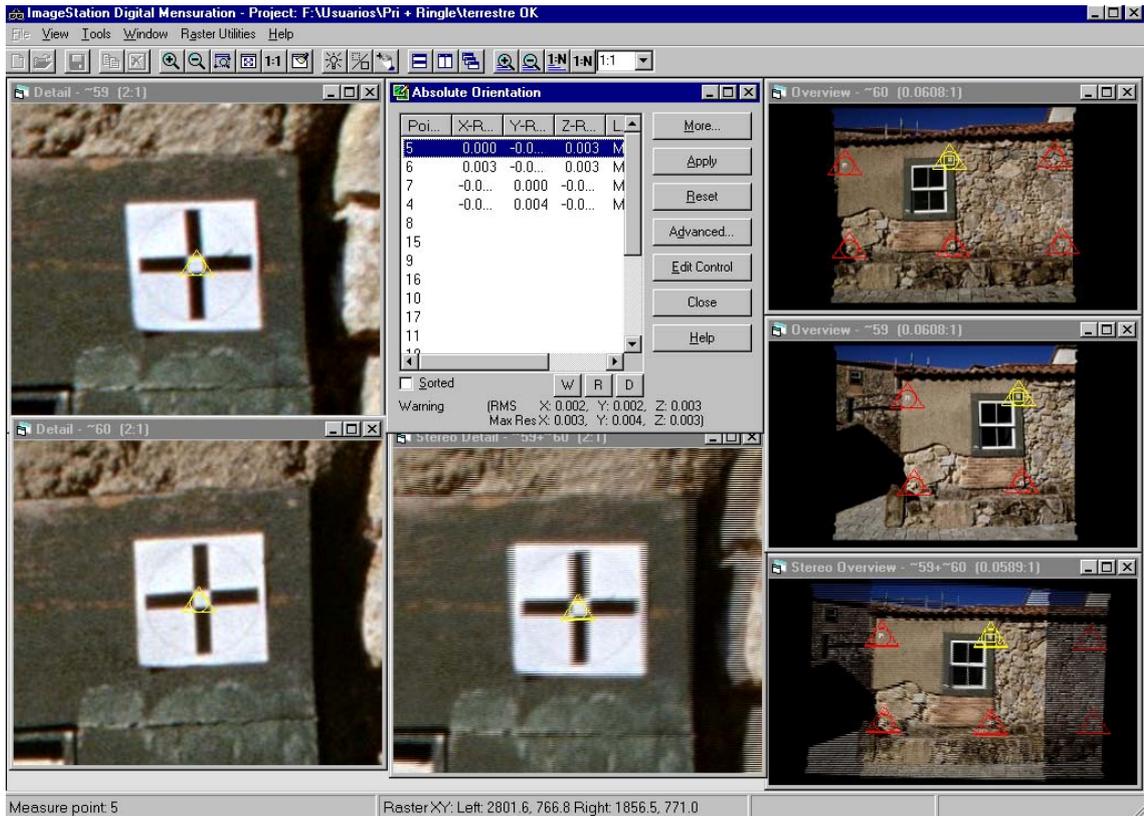


Fig.115- Foto 59 + Foto 60 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

Additional Absolute Orientation Parameters

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...
4	M...	Co...	-0.001	0.004	-0.003	9.999	3.360	-0.003
5	M...	Co...	0.000	-0.001	0.003	12.571	3.376	0.003
6	M...	Co...	0.003	-0.003	0.003	10.146	1.347	-0.050
7	M...	Co...	-0.002	0.000	-0.003	12.589	1.348	-0.048

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	11.049	13.026
YC	1.840	1.869
ZC	4.822	4.824
Omega	5.413	5.210
Phi	-0.604	4.658
Kappa	-0.614	-1.353

Summary
DOF: 5, Iterations: 3
Warning
RMS exceeds tolerance
Max X Residual 0.003 exceeds tolerance
Max Y Residual 0.004 exceeds tolerance
Max Z Residual 0.003 exceeds tolerance

Angular Units: Degrees
Linear Units: Meters

Withhold Reinststate Delete

RMS	X	Y	Z	XY
Control:	0.002	0.002	0.003	0.002
Check:	0.000	0.000	0.000	0.000
Limits:	0.001	0.001	0.001	

Close Help

Fig.116- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 59 + 60 (orientação absoluta)

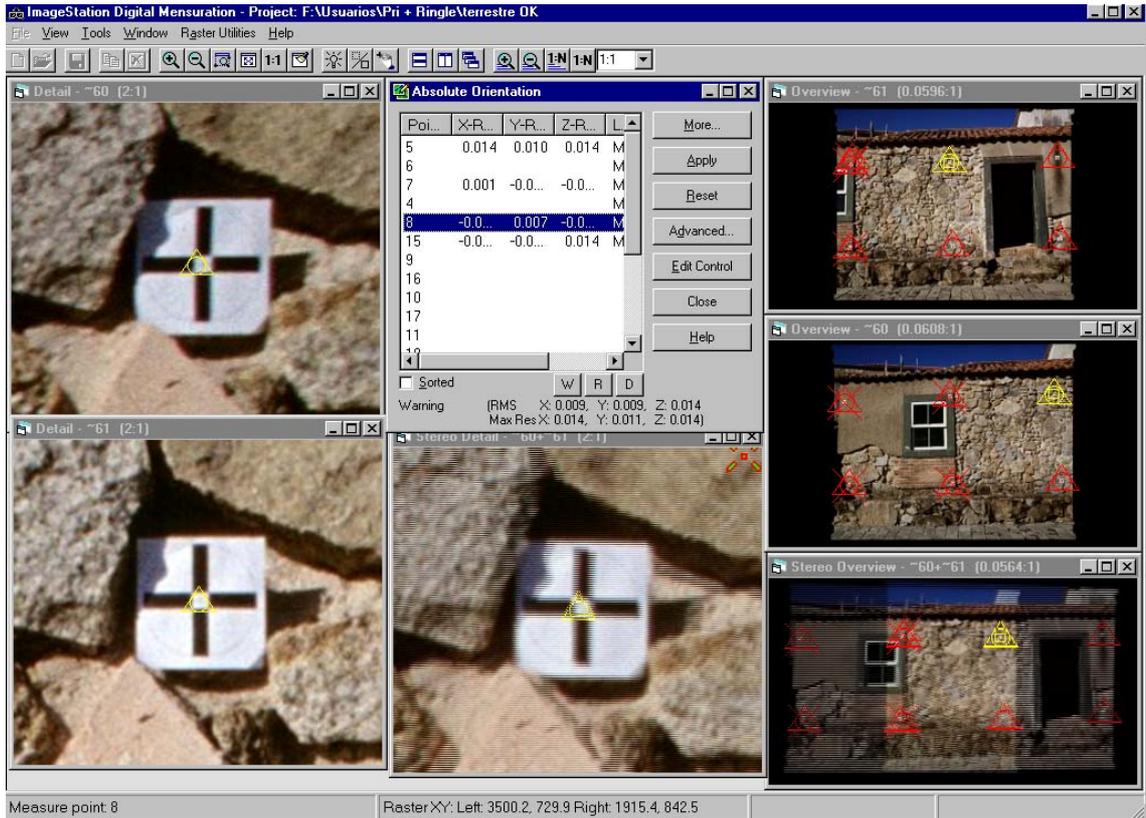


Fig.117- Foto 60 + Foto 61 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...
5	M...	Co...	0.014	0.010	0.014	12.585	3.387	0.014
7	M...	Co...	0.001	-0.011	-0.014	12.592	1.337	-0.059
8	M...	Co...	-0.013	0.007	-0.014	15.010	3.378	-0.044
15	M...	Co...	-0.002	-0.006	0.014	15.058	1.357	-0.085

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	12.837	15.367
YC	1.870	1.845
ZC	4.894	4.894
Omega	5.153	5.727
Phi	2.315	3.041
Kappa	-1.502	-1.217

RMS	X	Y	Z	XY
Control:	0.009	0.009	0.014	0.009
Check:	0.000	0.000	0.000	0.000
Limits:	0.001	0.001	0.001	

Fig.118- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 60 + 61 (orientação absoluta)

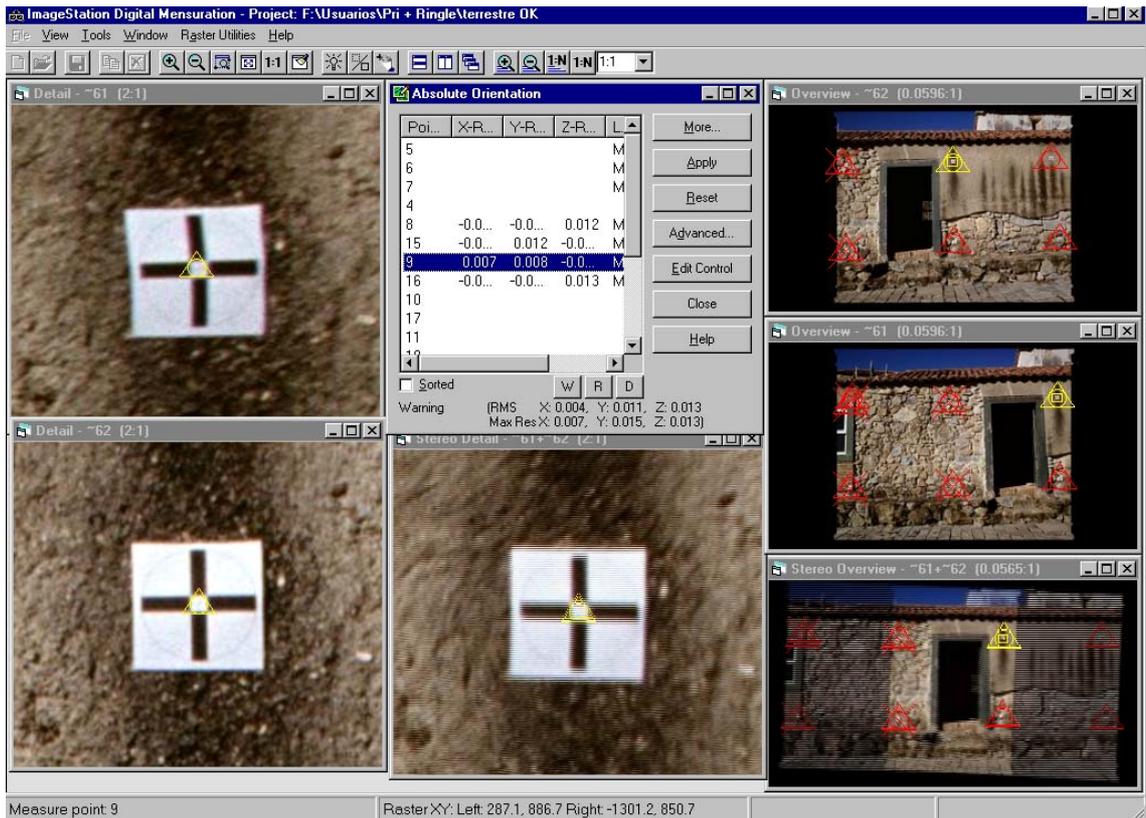


Fig.119- Foto 61 + Foto 62 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

The 'Additional Absolute Orientation Parameters' dialog box displays a table of parameters and residuals. The table includes columns for Point, Status, Type, X-Residual, Y-Residual, Z-Residual, X-Adjusted, Y-Adjusted, and Z-Adjusted. A summary section provides statistical information such as DOF, iterations, and a warning that RMS values exceed tolerance.

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...
8	M...	Co...	-0.002	-0.015	0.012	15.021	3.356	-0.018
9	M...	Co...	0.007	0.008	-0.013	17.560	3.398	0.001
15	M...	Co...	-0.004	0.012	-0.012	15.056	1.375	-0.111
16	M...	Co...	-0.001	-0.004	0.013	17.538	1.478	-0.063

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	15.127	17.248
YC	1.987	2.018
ZC	4.832	4.870
Omega	4.245	3.456
Phi	0.266	-3.513
Kappa	-1.288	-1.113

Summary
DOF: 5, Iterations: 3
Warning
RMS exceeds tolerance
Max X Residual 0.007 exceeds tolerance
Max Y Residual 0.015 exceeds tolerance
Max Z Residual 0.013 exceeds tolerance

Angular Units: Degrees
Linear Units: Meters

Fig.120- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 61 + 62 (orientação absoluta)

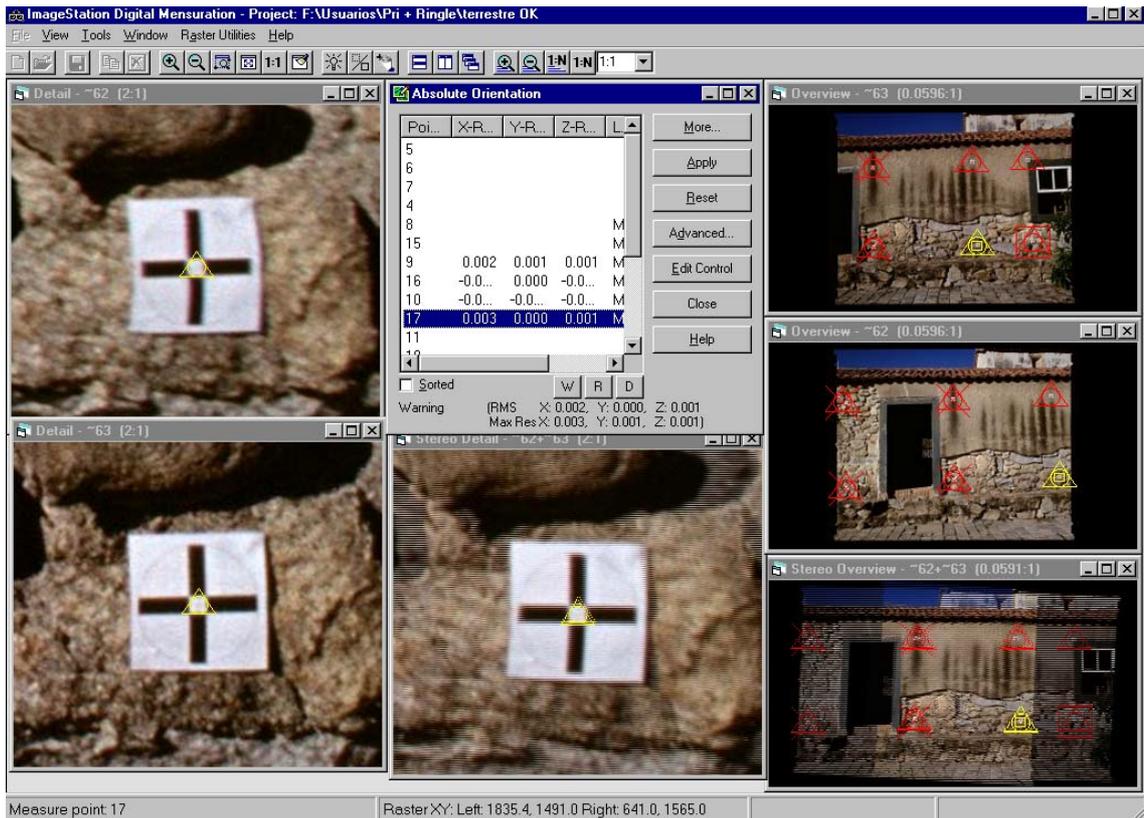


Fig.121- Foto 62 + Foto 63 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

The screenshot shows the 'Additional Absolute Orientation Parameters' dialog box. It contains a table of point data and a summary of residuals.

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adj...
9	M...	Co...	0.002	0.001	0.001	17.555	3.386	0.015
10	M...	Co...	-0.003	-0.001	-0.001	19.936	3.437	0.016
16	M...	Co...	-0.002	0.000	-0.001	17.537	1.482	-0.077
17	M...	Co...	0.003	0.000	0.001	13.990	1.482	0.031

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	17.290	19.639
YC	1.904	1.945
ZC	4.827	4.857
Omega	4.792	4.782
Phi	-3.015	1.822
Kappa	-0.979	-1.489

Summary

DOF: 5, Iterations: 4
Warning
RMS exceeds tolerance
Max X Residual 0.003 exceeds tolerance
Max Y Residual 0.001
Max Z Residual 0.001 exceeds tolerance

Angular Units: Degrees
Linear Units: Meters

Fig.122- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 62+ 63 (orientação absoluta)

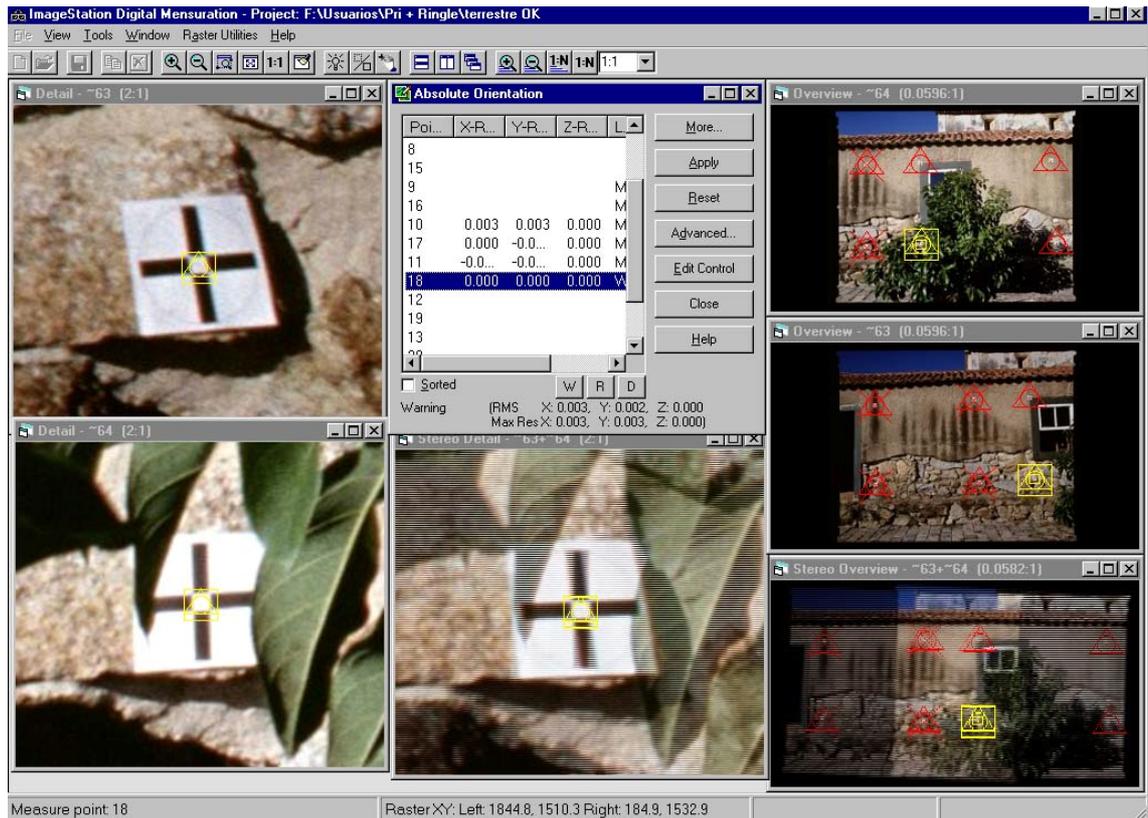


Fig.123- Foto 63 + Foto 64 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

The screenshot shows the 'Additional Absolute Orientation Parameters' dialog box. It contains a table of residuals and a summary of the adjustment process.

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...
10	M...	Co...	0.003	0.003	0.000	19.942	3.441	0.017
11	M...	Co...	-0.003	-0.001	0.000	21.248	3.434	0.014
17	M...	Co...	0.000	-0.002	0.000	19.987	1.480	0.030
18	W...	Co...	0.000	0.000	0.000	21.255	1.526	-0.004

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	19.560	22.362
YC	1.908	1.939
ZC	4.852	4.772
Omega	5.231	5.279
Phi	0.874	3.546
Kappa	-1.608	-0.993

Summary

DOF: 2, Iterations: 4

Warning

RMS exceeds tolerance

Max X Residual 0.003 exceeds tolerance

Max Y Residual 0.003 exceeds tolerance

Max Z Residual 0.000

Angular Units: Degrees

Linear Units: Meters

Buttons: Withhold, Reinststate, Delete, Close, Help

Fig.124- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 63 + 64 (orientação absoluta)

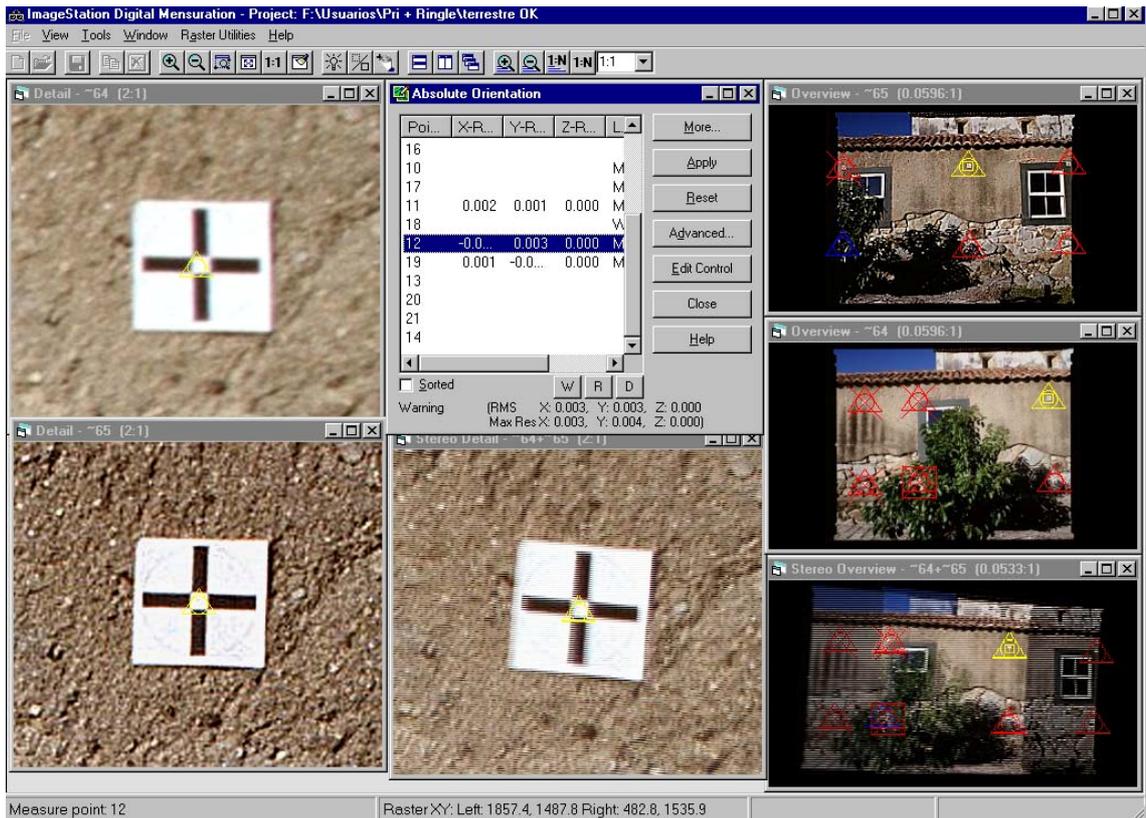


Fig.125- Foto 64 + Foto 65 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

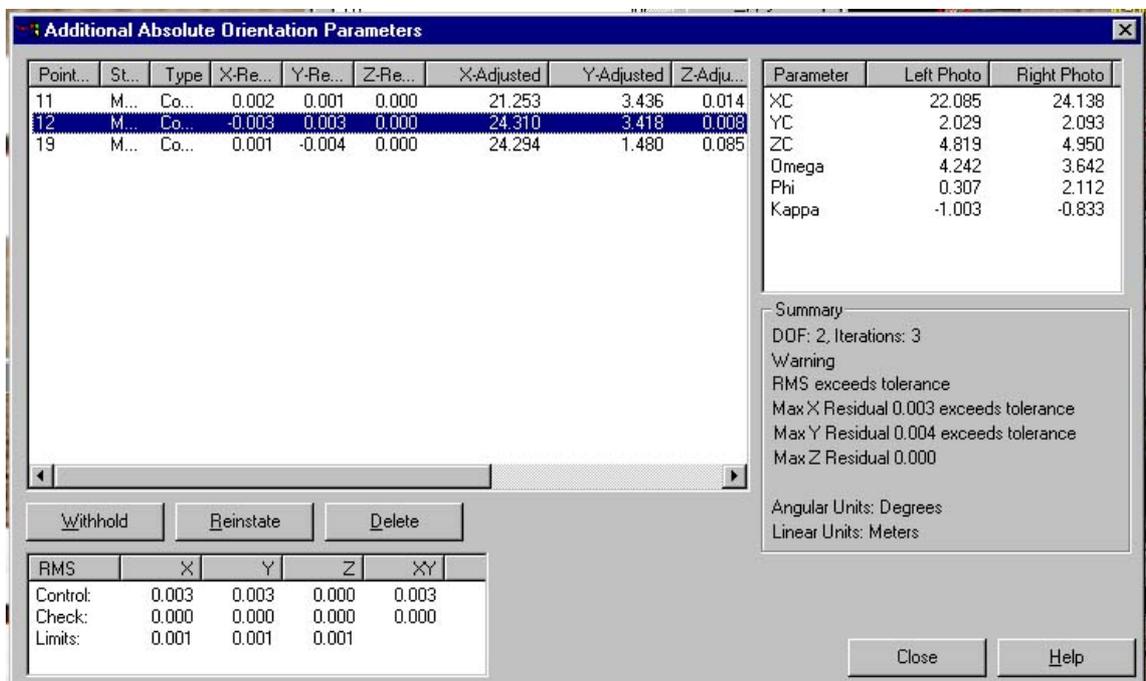


Fig.126- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 64 + 65 (orientação absoluta)



Fig.127- Foto 65 + Foto 66 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...
12	M...	Co...	0.000	-0.008	0.011	24.313	3.407	0.019
13	M...	Co...	-0.003	0.008	-0.011	26.673	3.420	-0.011
19	M...	Co...	0.000	0.011	-0.011	24.293	1.495	0.074
20	M...	Co...	0.003	-0.012	0.011	26.558	1.542	0.022

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	23.978	26.260
YC	2.083	2.113
ZC	4.874	4.901
Omega	3.853	3.454
Phi	0.174	2.829
Kappa	-0.781	-1.397

Summary
 DOF: 5, Iterations: 3
 Warning
 RMS exceeds tolerance
 Max X Residual 0.003 exceeds tolerance
 Max Y Residual 0.012 exceeds tolerance
 Max Z Residual 0.011 exceeds tolerance

Angular Units: Degrees
 Linear Units: Meters

RMS	X	Y	Z	XY
Control:	0.002	0.010	0.011	0.007
Check:	0.000	0.000	0.000	0.000
Limits:	0.001	0.001	0.001	

Fig.128- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 65 + 66 (orientação absoluta)

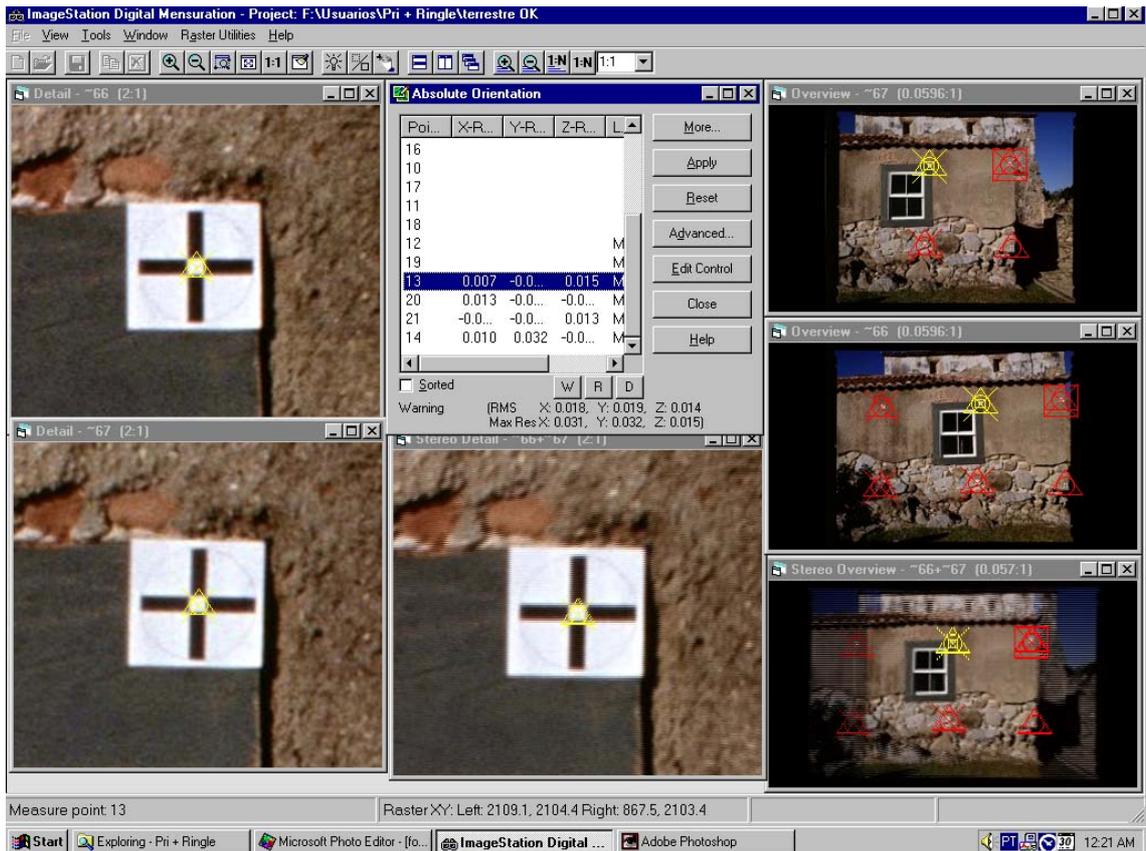


Fig.129- Foto 66 + Foto 67 (orientação absoluta) com seus pontos de controle, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos em stereo.

Additional Absolute Orientation Parameters

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...
13	M...	Co...	0.007	-0.012	0.015	26.683	3.400	0.015
14	M...	Co...	0.010	0.032	-0.013	28.639	3.479	0.040
15	W...	Co...	0.087	0.014	0.001	15.147	1.377	-0.098
20	M...	Co...	0.013	-0.005	-0.014	26.568	1.549	-0.003
21	M...	Co...	-0.031	-0.014	0.013	28.582	1.452	0.022

Parameter	Left Photo	Right Photo
XC	25.757	26.682
YC	1.766	1.761
ZC	4.701	4.771
Omega	7.480	7.720
Phi	-3.409	-7.169
Kappa	-0.483	-0.024

Summary
 DOF: 5, Iterations: 4
 Warning
 RMS exceeds tolerance
 Max X Residual 0.031 exceeds tolerance
 Max Y Residual 0.032 exceeds tolerance
 Max Z Residual 0.015 exceeds tolerance

Angular Units: Degrees
 Linear Units: Meters

RMS	X	Y	Z	XY
Control:	0.018	0.019	0.014	0.018
Check:	0.000	0.000	0.000	0.000
Limits:	0.001	0.001	0.001	

Fig.130- Resíduos em relação ao sigma, modelo das fotos 66 + 67 (orientação absoluta)

4.3 – IMAGESTATION - FEATURE COLLECTION- ISFC (Biblioteca de Feições)

O software ImageStation Feature Collection (ISFC) é constituído por uma série de ferramentas para gerenciamento do processo de digitalização, é possível através dele criar, editar, alterar feições gráficas. O ISFC pode ser acessado em conjunto com o ImageStation Stéreo Display (ISSD) ou com o Microstation.

Uma feição gráfica (Feature) é um dado gráfico que se pode mapear ou restituir, podendo ser composta por atributos gráficos e atributos alfa numéricos.

Atributos Gráficos são a visualização da feição como exemplo o nível gráfico, comando de desenho, cor, etc. Os atributos alfa numéricos são características quantitativas e qualitativas da feição como nome, área, código, etc. Para definição dos atributos gráficos e alfanuméricos de uma feição utiliza-se uma “Feature Table”, a qual compreende todas as definições gráficas para cada uma das feições a ser restituída. Feature Table é um conjunto de feições que serão digitalizadas e restituídas, é um arquivo que armazena e ordena de forma lógica as características gráficas. Na instalação do ISFC são gravados dois arquivos TBL (Feature Table)

1) Feature. tbl – biblioteca exemplo

Blank . tbl – biblioteca em branco (para r renomear no futuro outras)

Procedimento:

a) Renomear Feature .tbl para outro nome

b) Copiar Blank. tbl para Feature.tbl

4.3.1- Criação e Edição das Feições



Fig.131- Abertura do arquivo para execução do ISFC

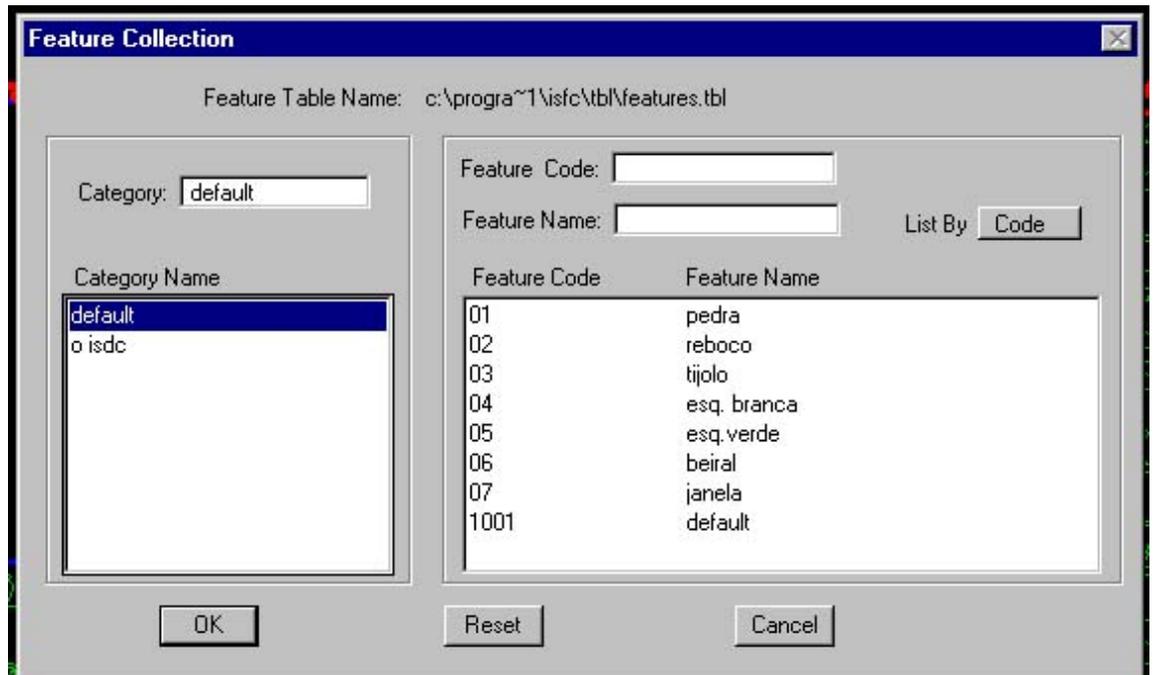


Fig.132- Entrada para criação e edição das feições

O comando Create/ Edit Feature permite editar feições existentes, a categoria foi preenchida como padrão (default), o código da feição (Feature Code) foi preenchida com números de 01 a 07, os nomes das feições foram descritas de acordo com os materiais a serem restituídos.

Na criação de uma feição gráfica as opções são agrupadas em:

- Main: tipo de feição
- Linear: características como cor, nível, espessura e estilo de linha
- Text: parâmetros de texto
- Pattern: hachura
- Spatial: simplificação de linhas
- Digitizing: comando de digitalização
- Point: feições pontuais

São definidas somente as características necessárias para o tipo de feição que está sendo criada.

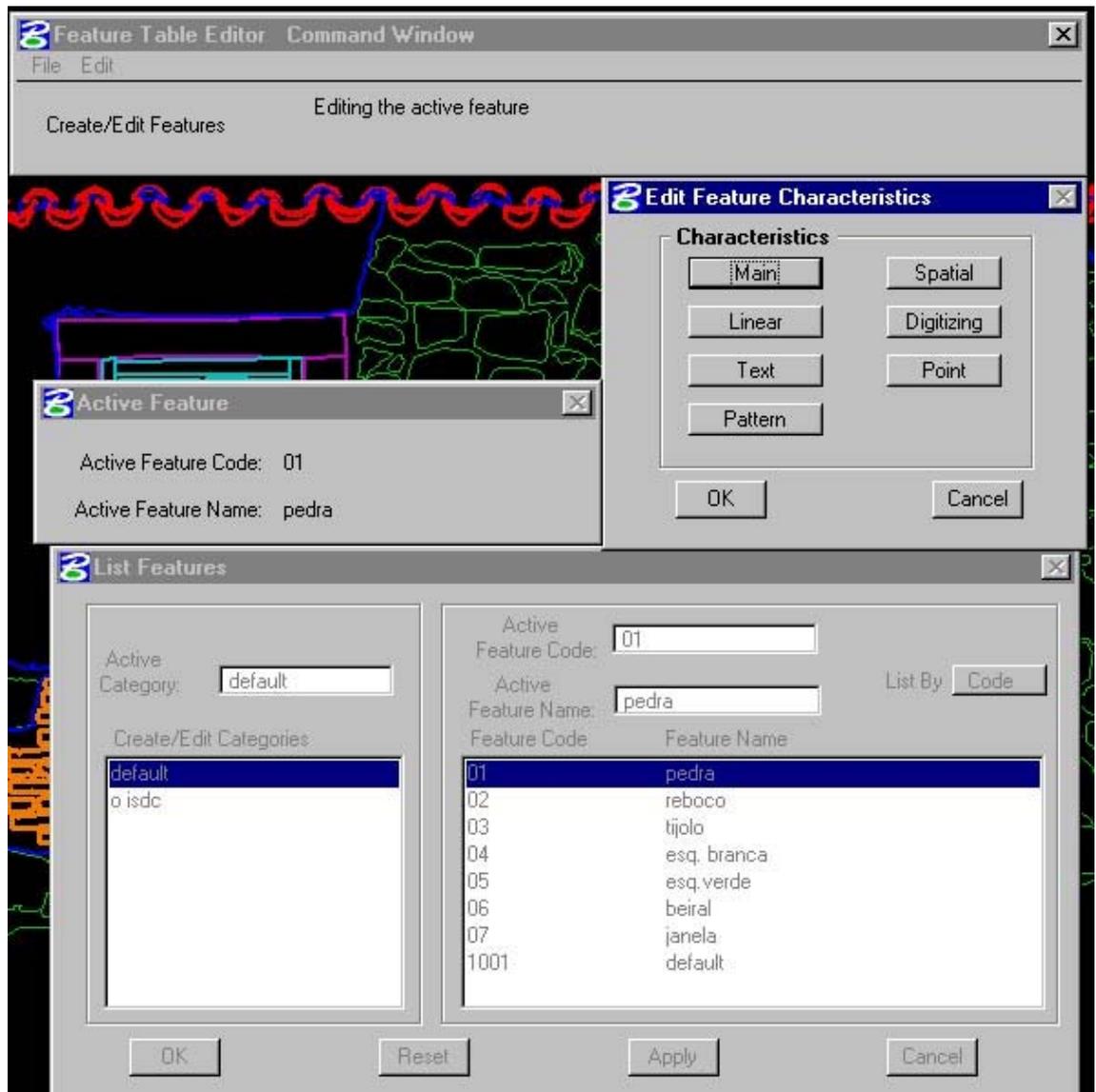


Fig.133- Criação de feições gráficas

4.3.2. Principal (Main)

Define o tipo de feição

Feature code: ex: 01

Feature Name: ex: pedra

Cell Library Name: local onde se encontra o arquivo

Feature Type: tipo de feição: área, linha ou ponto

Category: categoria da feição (default)

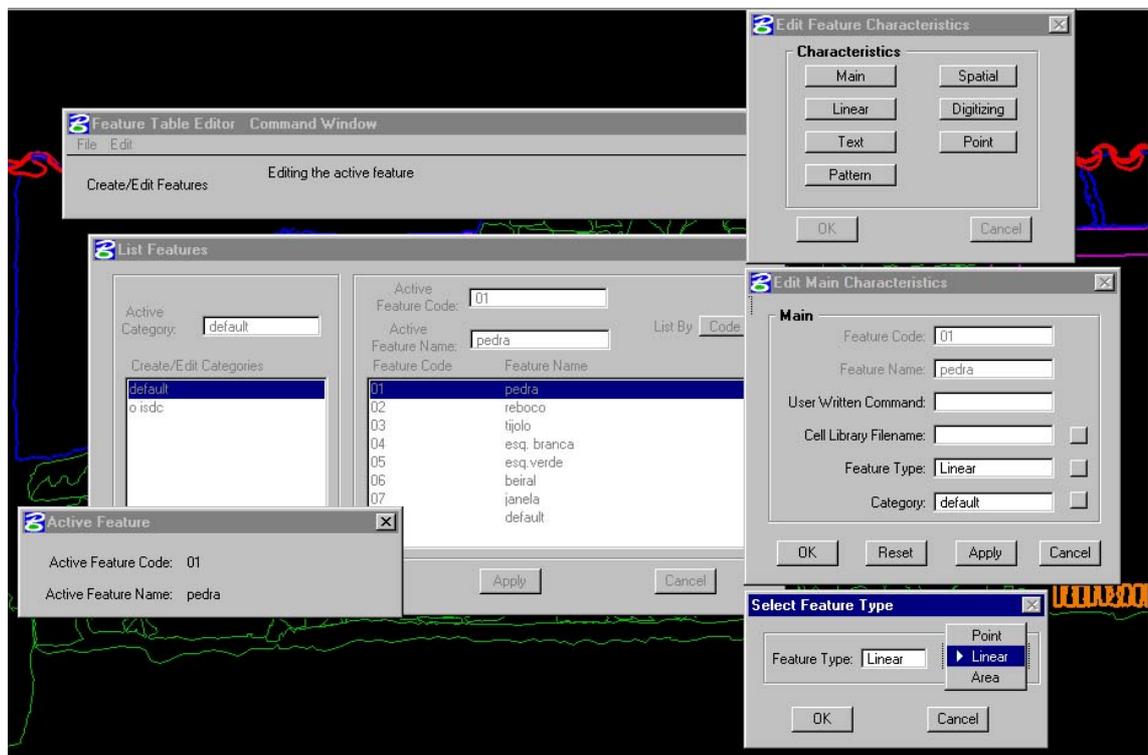


Fig.134- Definição do tipo de feição

4.3.3. Linear

Características da feição como cor, nível, espessura e estilo de linha. De acordo com tabelas que se apresentam ao lado do ícone é selecionado o que se deseja para o Estilo (Style), Espessura (Weight), Nível Gráfico (Level), Cor do Elemento (Color).

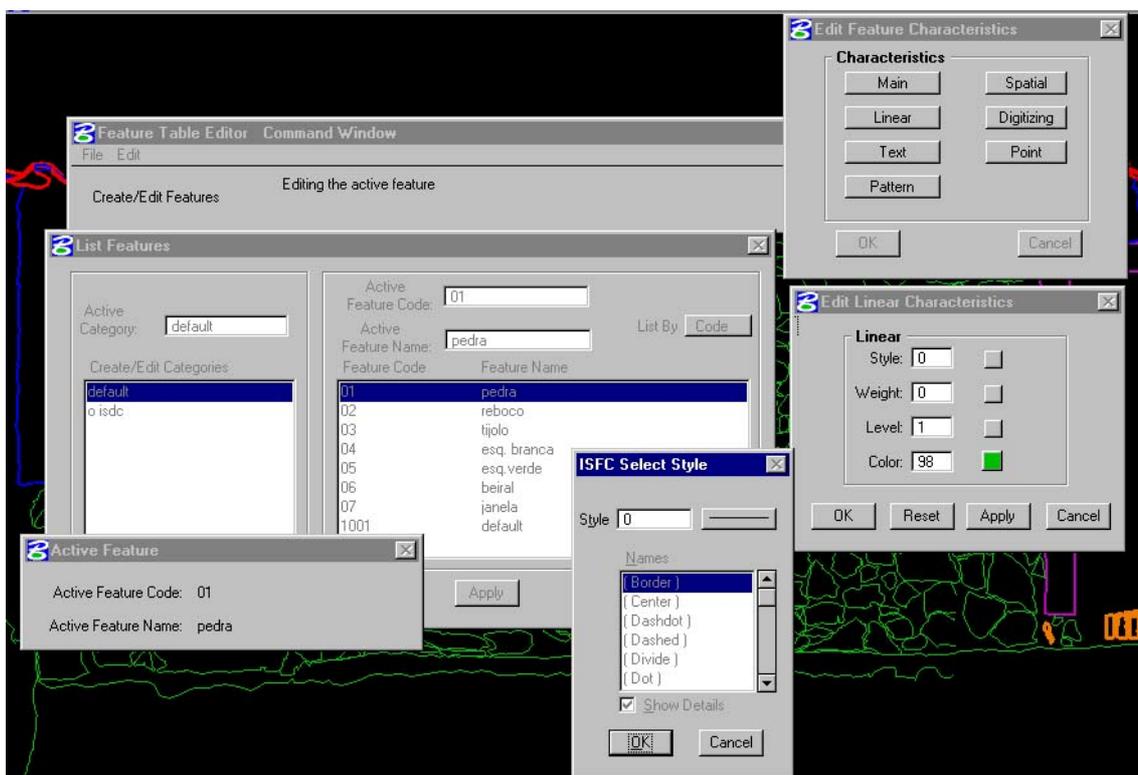


Fig 135- Códigos lineares da feição, mostrando o estilo da linha.

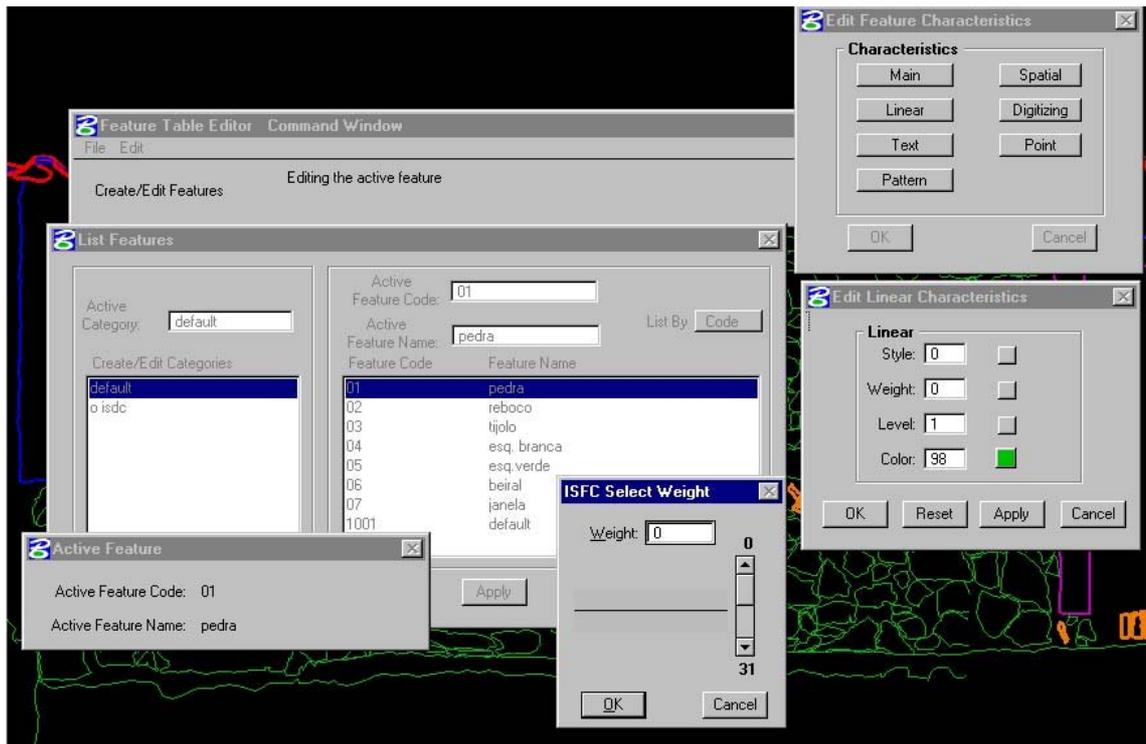


Fig 136- Códigos lineares da feição, mostrando a espessura da linha.

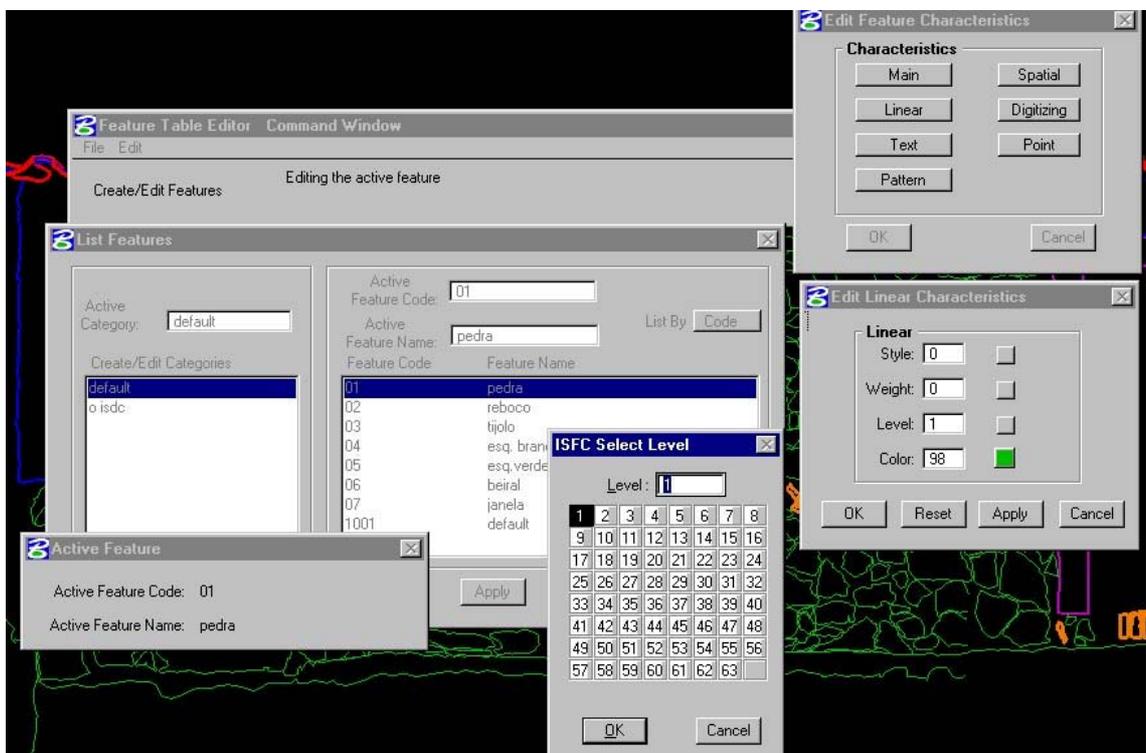


Fig 137- Códigos lineares da feição, mostrando o nível.

4.3.4- Texto

Execução de parâmetros para feições do tipo texto, Fonte do Texto (Font), Origem do Texto (Justification), Nível (Level), Espessura (Weight), Cor (Color), Espaçamento entre Linhas (Line Spacing), Número de Caracteres (Specific Number of Characters), Texto pré definido para feição (Label), Altura e Largura do Texto (Height, Width).

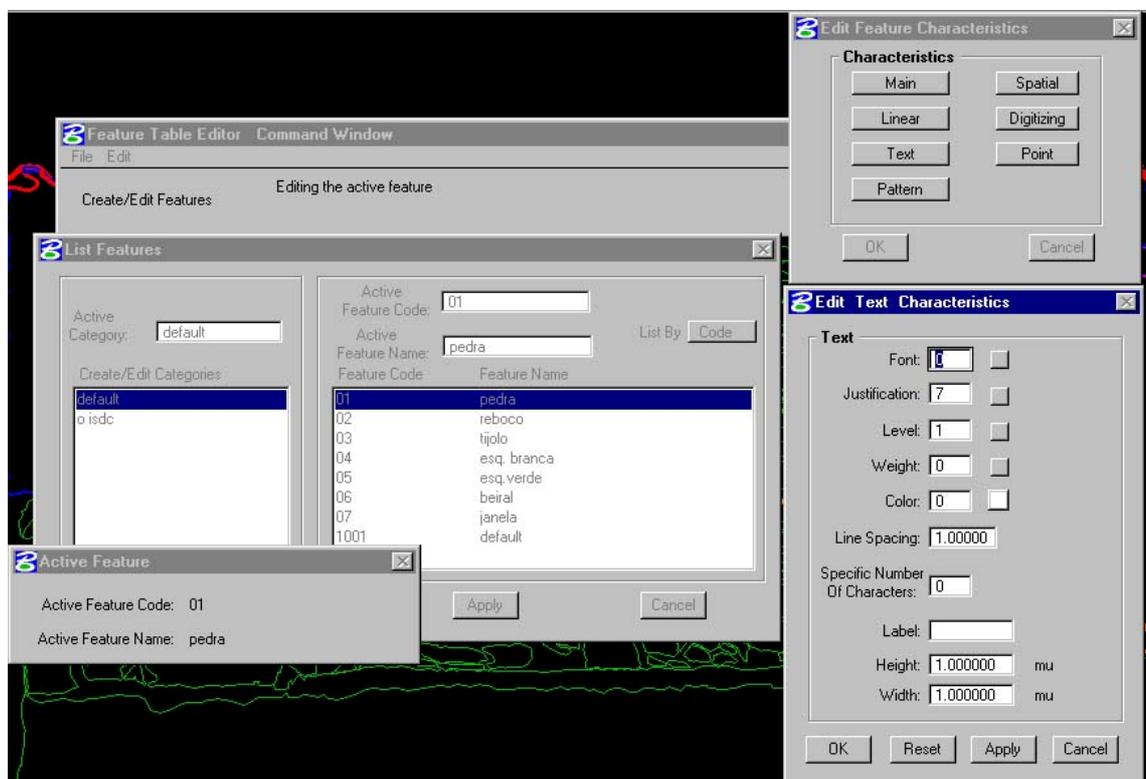


Fig.138- Edição das Características de Texto

4.3.5- Pattern (modelo)

Pattern (modelo) é a definição de parâmetros para hachuras e modelos, no caso definição do nome da célula para o modelo (pattern), a escala da célula (scale), o tipo de hachura a ser aplicada em linhas (type), ângulo entre as linhas da hachura (angle1, angle2), espaçamento entre linhas (row spacing), espaçamento entre colunas (column spacing).

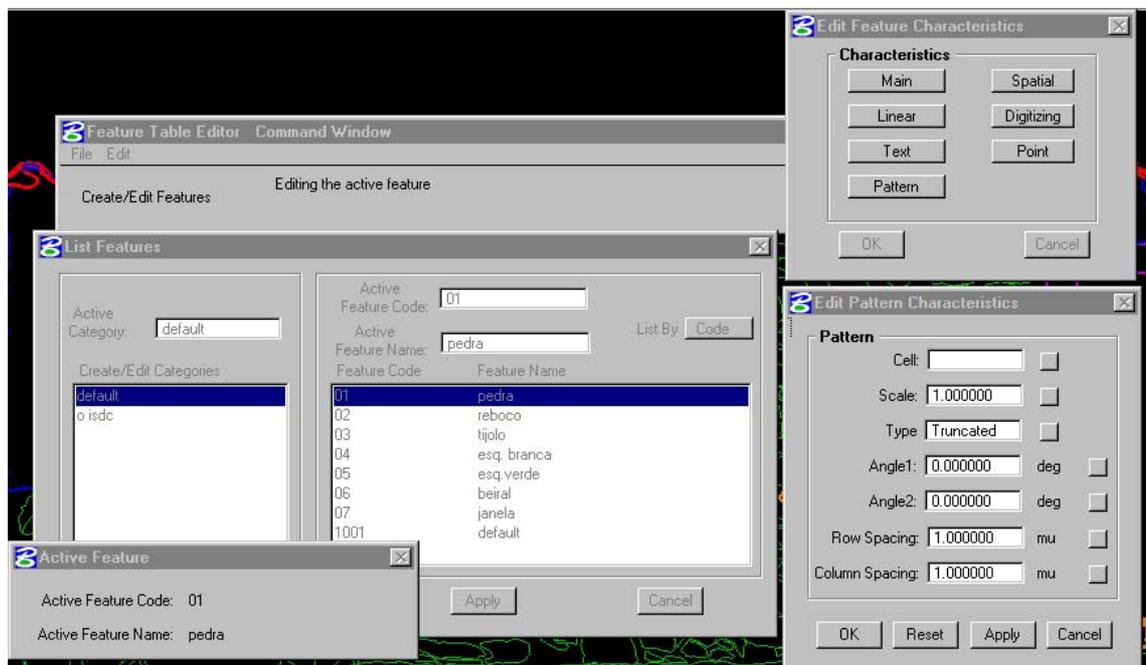


Fig.139- Definição de hachuras

4.3.6- Espaçamentos (Spatial)

Este item é a simplificação das feições:

Locate Tolerance (Tolerância de Localização)

Define a menor distância para o comando executar um *Snap*, ou seja, ao utilizar um comando tipo *Tentative* este parametro define em qual distância mínima o elemento será localizado. Este parâmetro sobrepõe os parâmetros do Microstation para o Snap.

Stream Delta (Fluxo Delta)

Menor distância entre dois pontos para a definição de um vértice de linha. Utilizado por comandos do tipo *Stream*.

Stream Tolerance (Tolerância de Fluxo)

Maior distância entre dois pontos para a definição de um vértice de linha. Utilizado por comandos do tipo *Stream*. Este parâmetro somente será ativado quando os vértices do Delta estiverem muito próximos a uma reta. A tolerância deve ser definida sempre com uma distância maior que o Delta, o que diminui o número de vértices da linha.

Filter Tolerance (Tolerância de Filtro)

Valor para eliminação de vértices muito pequenos. Este valor deve ser próximo a 5% da escala, ou seja, 1mm na escala dividido por 20. Este parâmetro será utilizado pelo comando Thin Segment (Edit/Modify Palette). A distancia deve ser fornecida em MU (Master Units).

Smooth Tolerance (Tolerância suavizada)

Define o fator de escala a ser aplicado nos eixos X e Y para a suavização da linha. A tolerância deve ser fornecida em MU (Master Units).

Smooth Z Tolerance (Tolerância suavizada Z)

Define o fator de escala a ser aplicado no eixo Z para a suavização da linha em duas direções. A tolerância deve ser fornecida em MU (Master Units).

Filter Z Scale (Filtragem na Escala Z)

Eliminação de vértices sobre o eixo Z sobre linhas em 3D. A distância deve ser fornecida em MU (Master Units).

Segment Filter (Segmento de Filtragem)

Parâmetro utilizado pelo comando *Filter* onde segmentos de uma linha menores que este valor são eliminados. A distância deve ser fornecida em MU (Master Units).

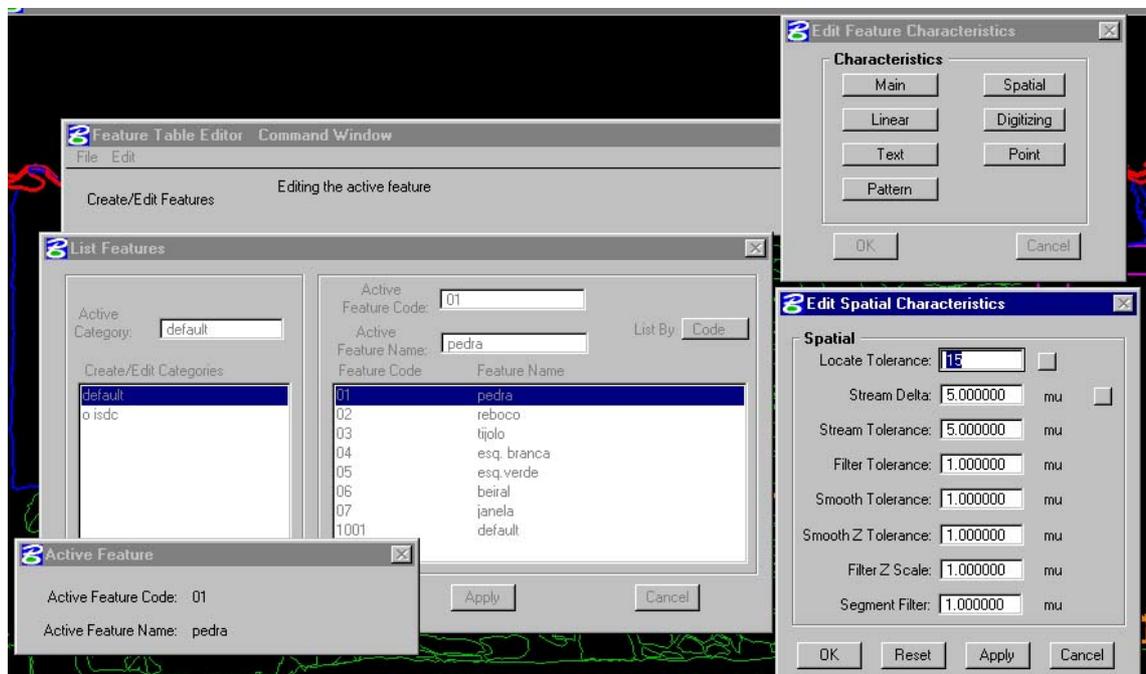


Fig.140- Simplificações das feições

4.3.7- Digitalização (Digitizing)

Digitizing Actions (Ações de Digitalização)

Close: Fecha automaticamente o elemento. Ideal para áreas

Pattern: Aplica automaticamente um *pattern* sobre o elemento após sua digitação.

Digitizing Modes (Modo de Digitalização)

Comando de digitação primário. Pré define o comando que será utilizado para a digitalização de feição gráfica.

Secondary Digitizing Modes (Modo de Digitalização Secundária)

Comando para digitação secundário. Este comando é opcional e permite agrupar outro comando de digitalização para o comando primário. Desta forma após um comando de *Reset* o comando secundário será ativado automaticamente. O comando secundário é limitado à linha, arco e curva.

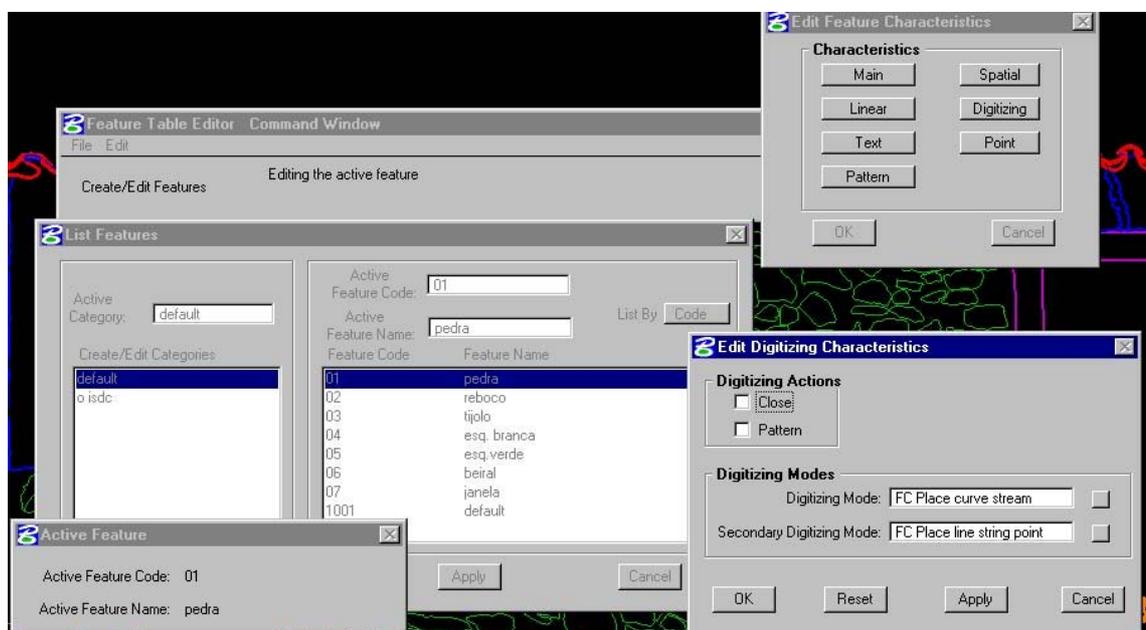


Fig. 141- Comando de Digitalização

4.3.8- Point

Os parâmetros para feições são a fonte do texto (Font), o caracter utilizado para simbolizar o elemento pontual (Char), a origem do texto (Justification), o nível a espessura e a cor do texto (level, weight, color), nome e escala da célula (Cellname, Cell Scale), altura e largura do texto (Height, Width).

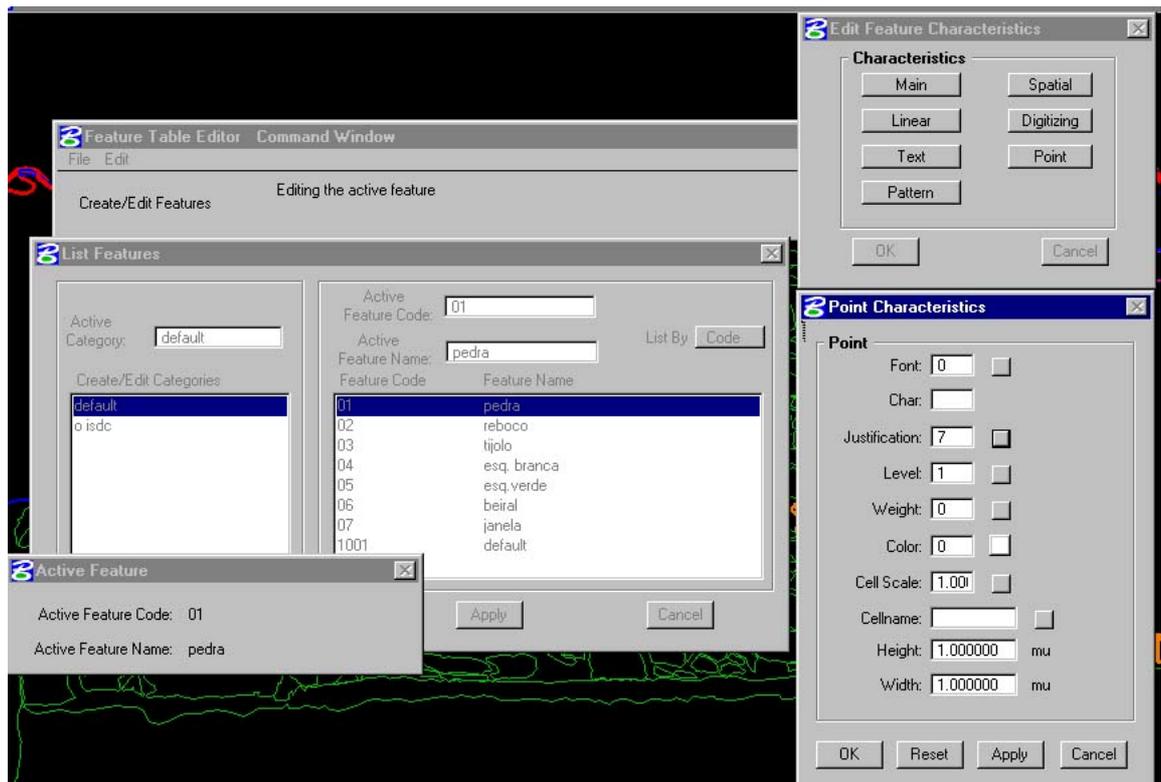


Fig. 142- Parâmetros para feições pontuais

4.4 - IMAGESTATION STEREO DISPLAY - ISSD (Ferramenta de Restituição)

ImageStation Stereo Display (ISSD) fornece o ambiente gráfico para trabalhos de restituição através de um conjunto de ferramentas para definição de feições, digitalização tridimensional e edição; o mesmo também trabalha em conjunto com o ImageStation Feature Collection (ISFC) e utiliza os modelos fotogramétricos gerados pelo produto ImageStation Digital Mensuration (ISDM).

O ambiente gráfico do ISSD apresenta além das opções convencionais de visualização um tipo especial de vista denominada Stereo, possuindo comandos específicos para manipulação e digitalização. A restituição é executada por blocos pré definidos



Fig.143- Entrada para o Stereo Display, restituição no Microstation

4.4.1- Mouse 3D para execução da Restituição Fotogramétrica
Referencia rápida dos comandos disponíveis para o *Hand Held Cursor* (HHC)

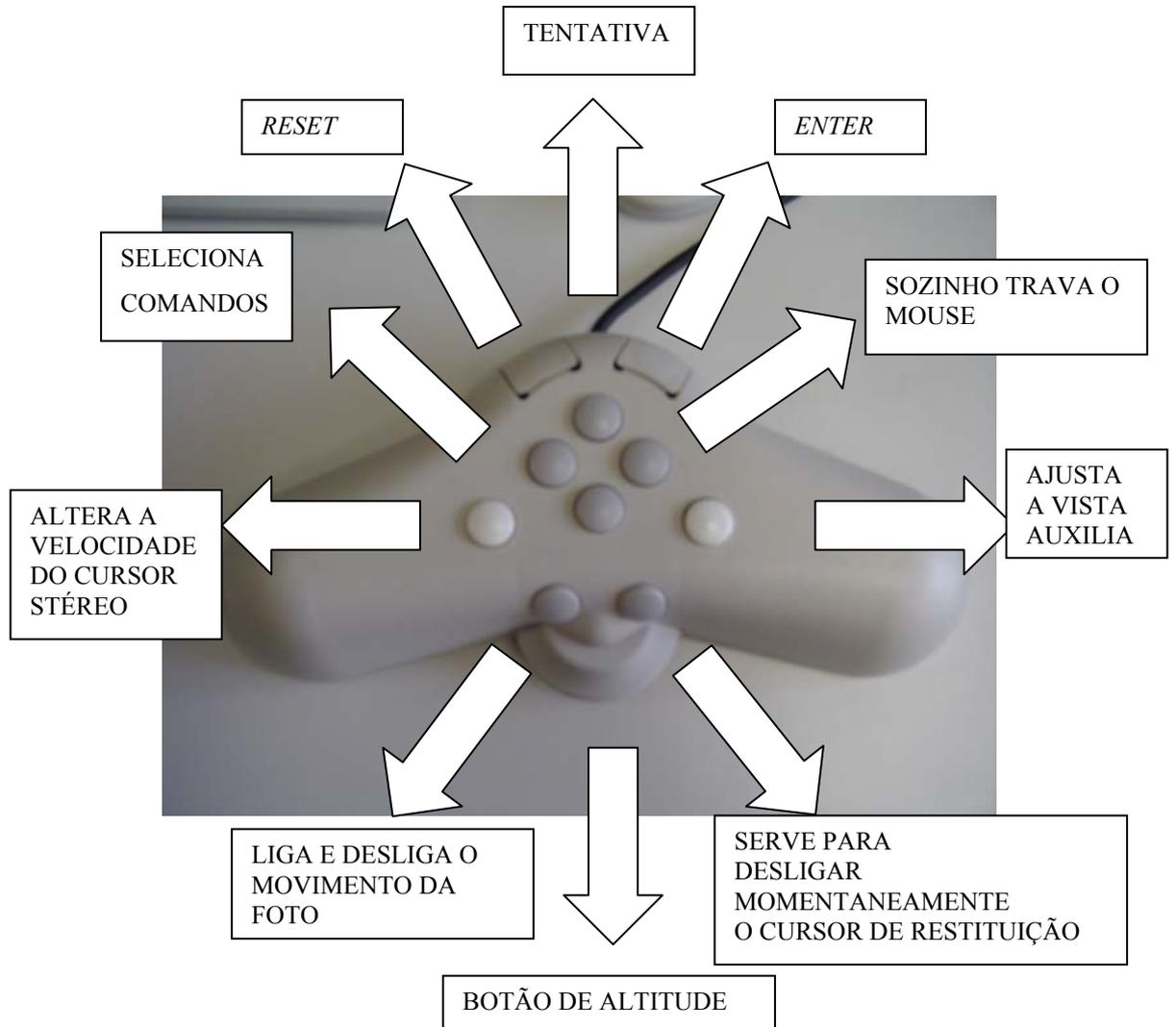


Fig.144- Mouse 3D para execução da restituição

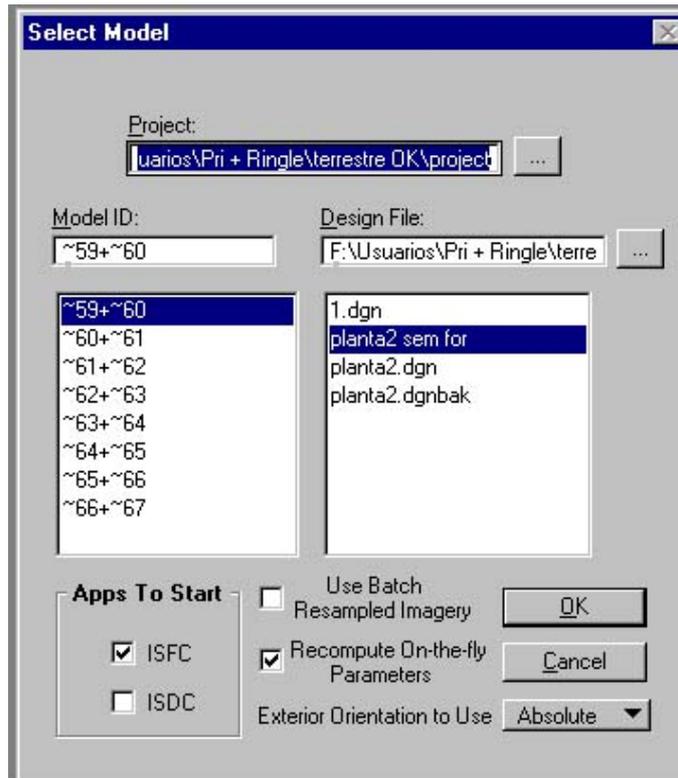


Fig.145 Seleção do modelo à ser restituído, com Feature Collection ativado

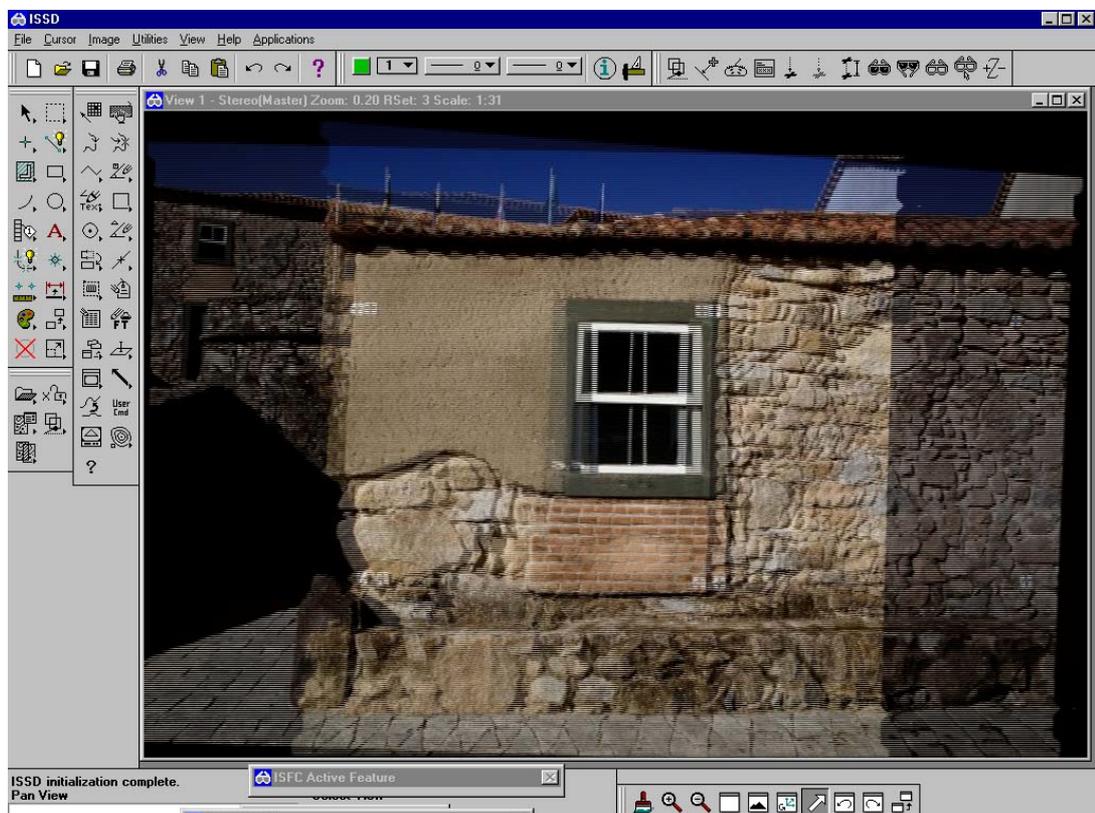


Fig.146- Modelo 3D, 59+60 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

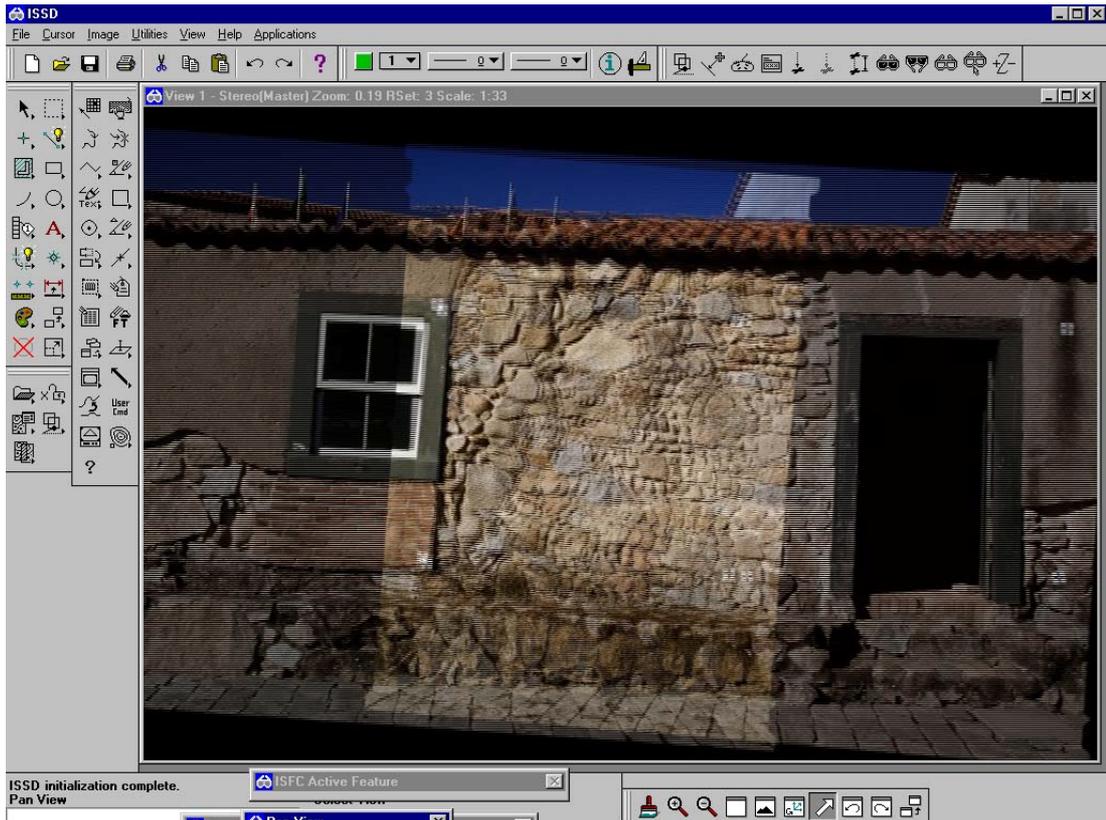


Fig.147- Modelo 3D, 60+61 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

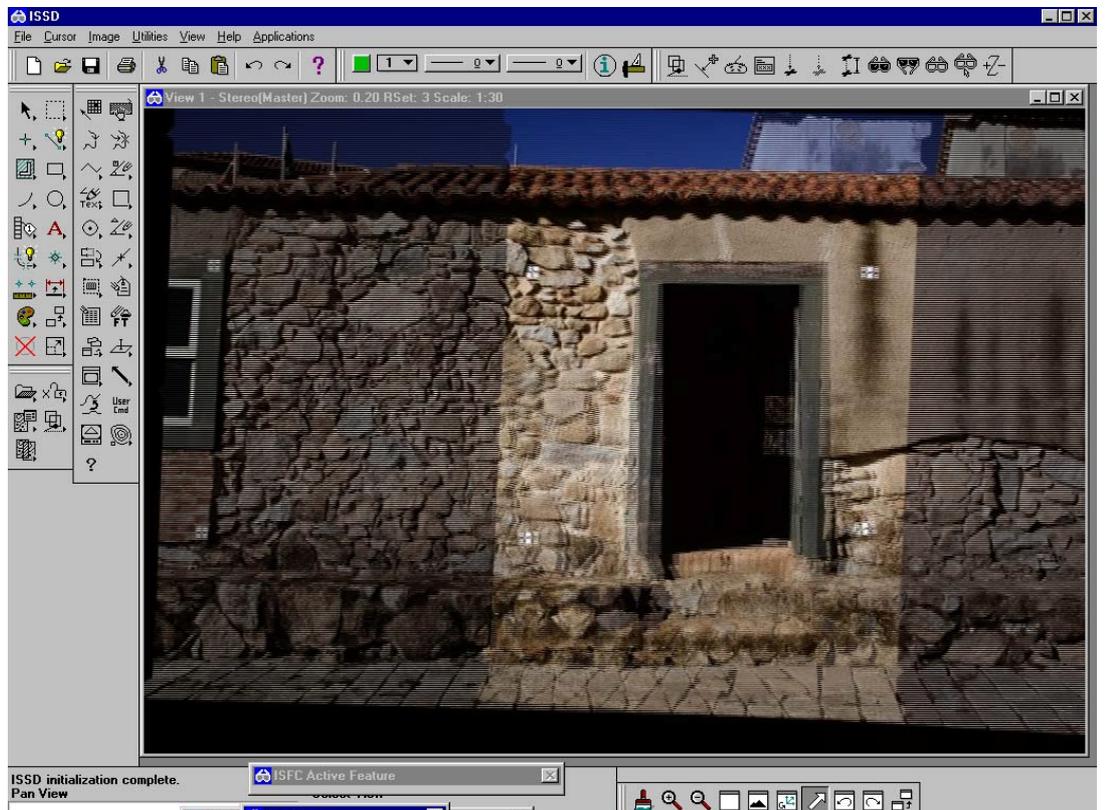


Fig.148- Modelo 3D, 61+62 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

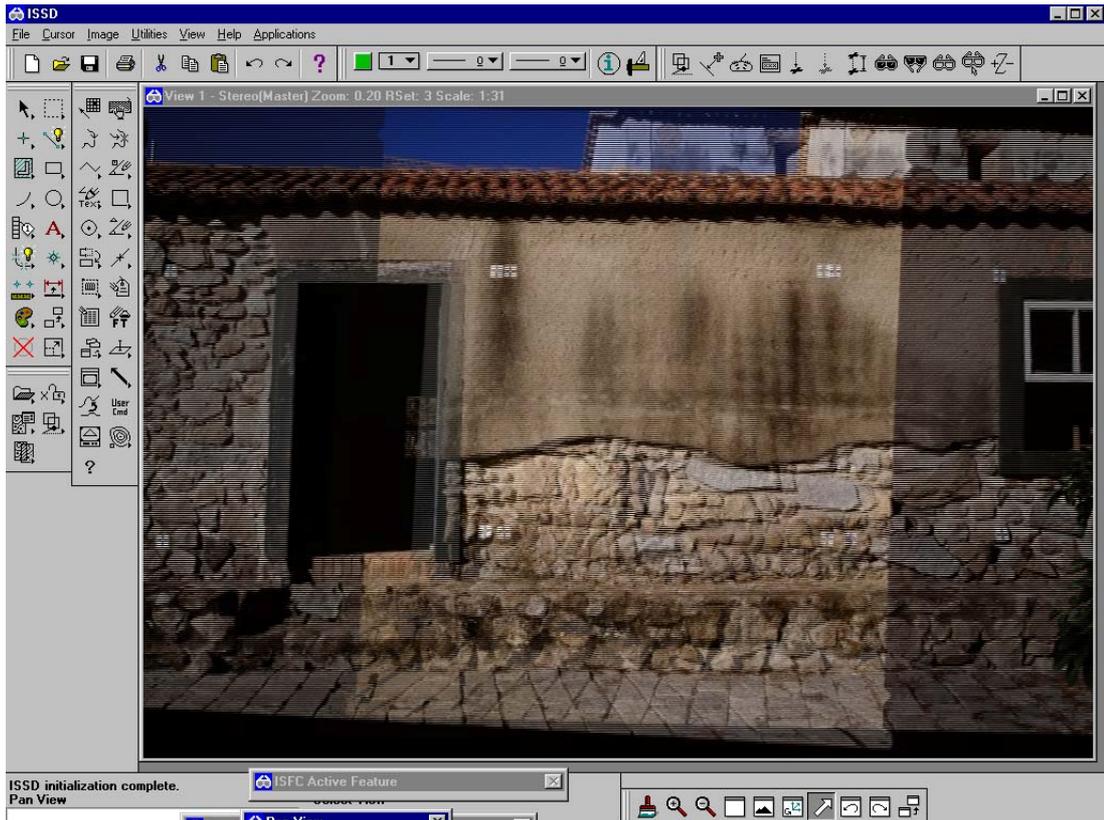


Fig.149- Modelo 3D, 62+63 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

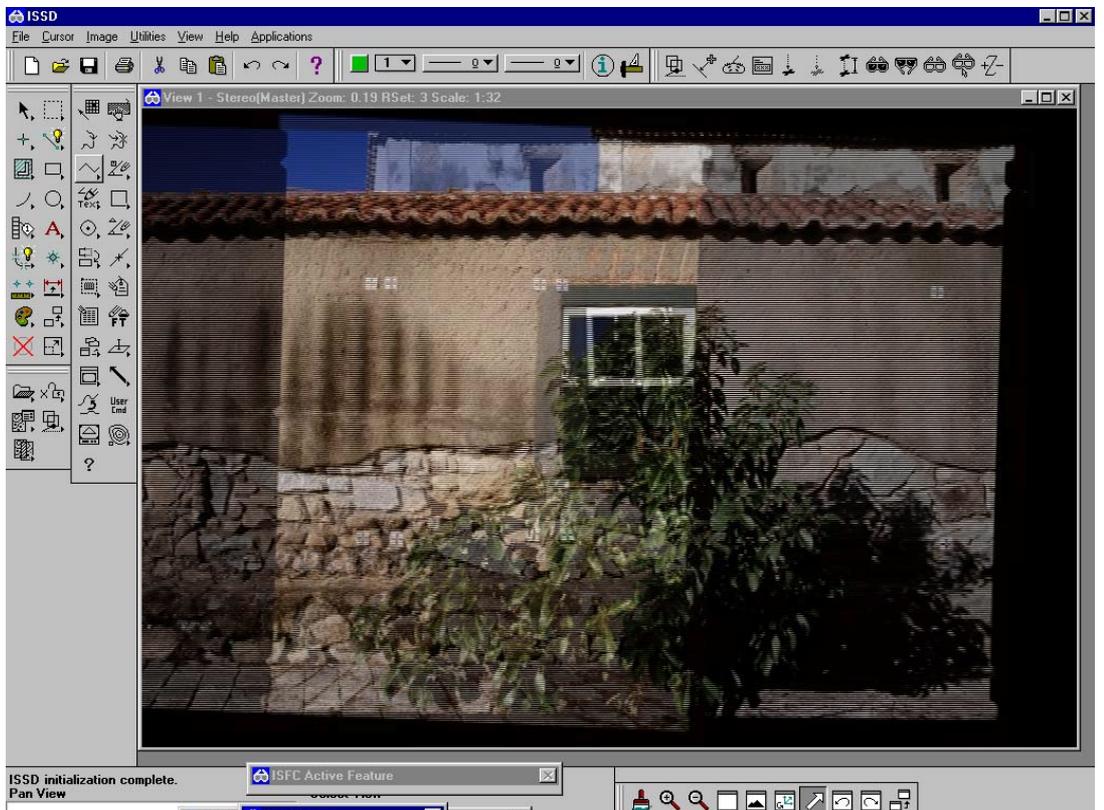


Fig.150- Modelo 3D, 63+64 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

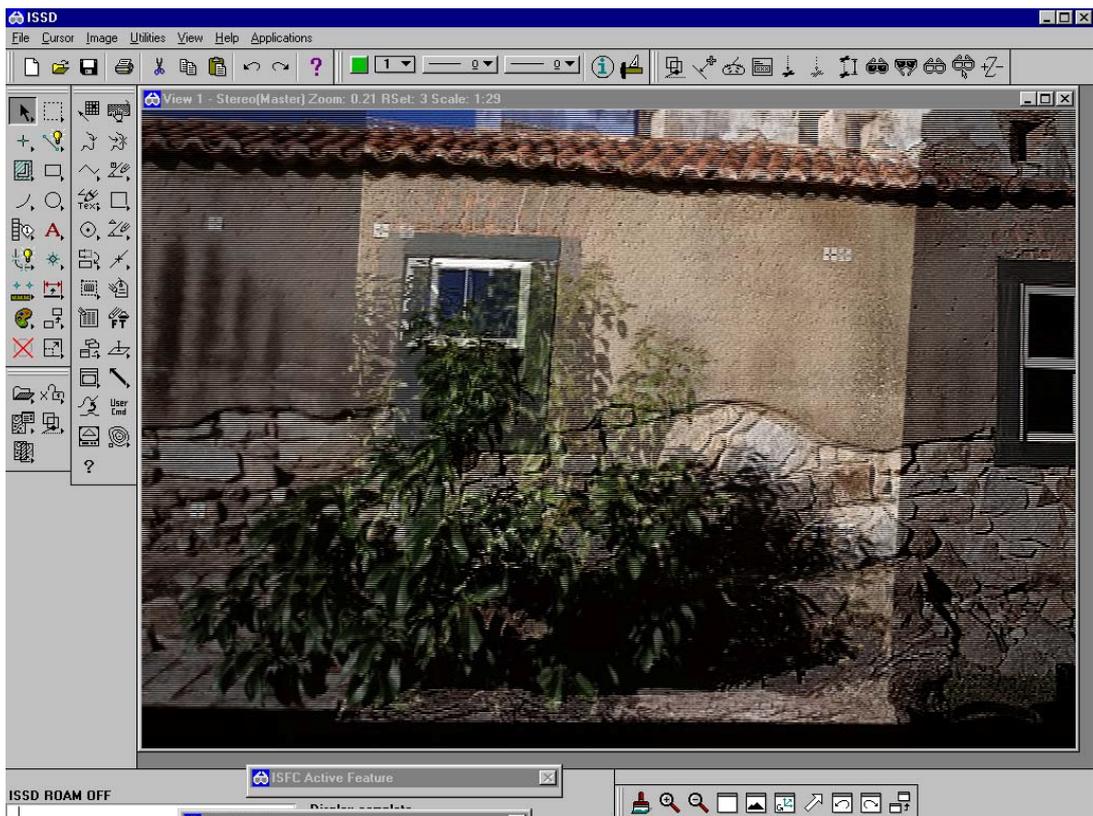


Fig.151- Modelo 3D, 64+65 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

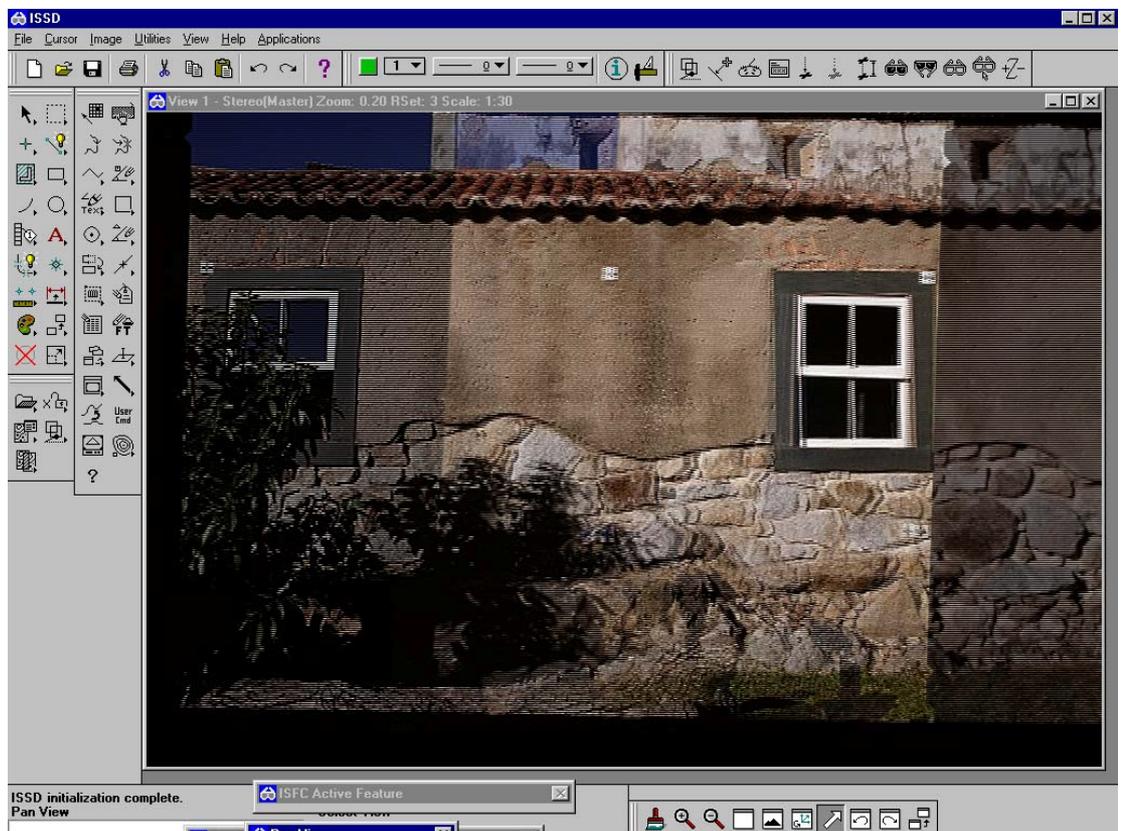


Fig-152. Modelo 3D, 65+66 à ser restituído, com sobreposição de 60%.

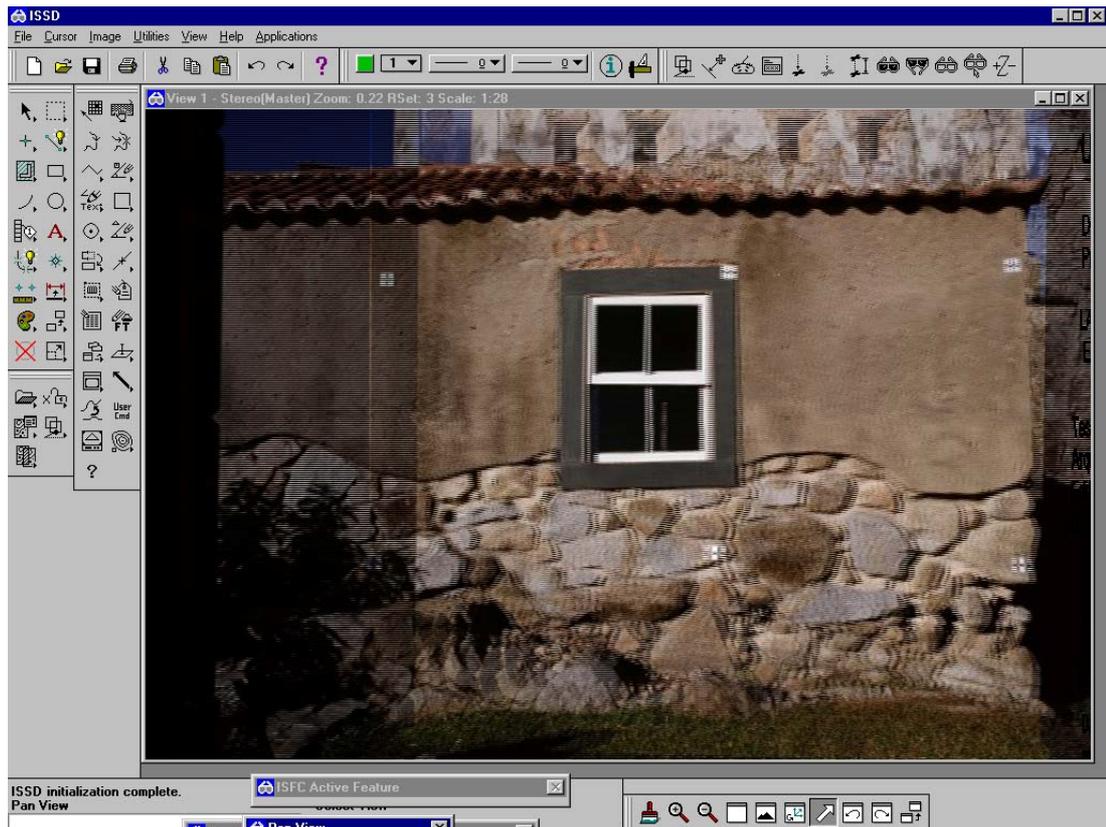
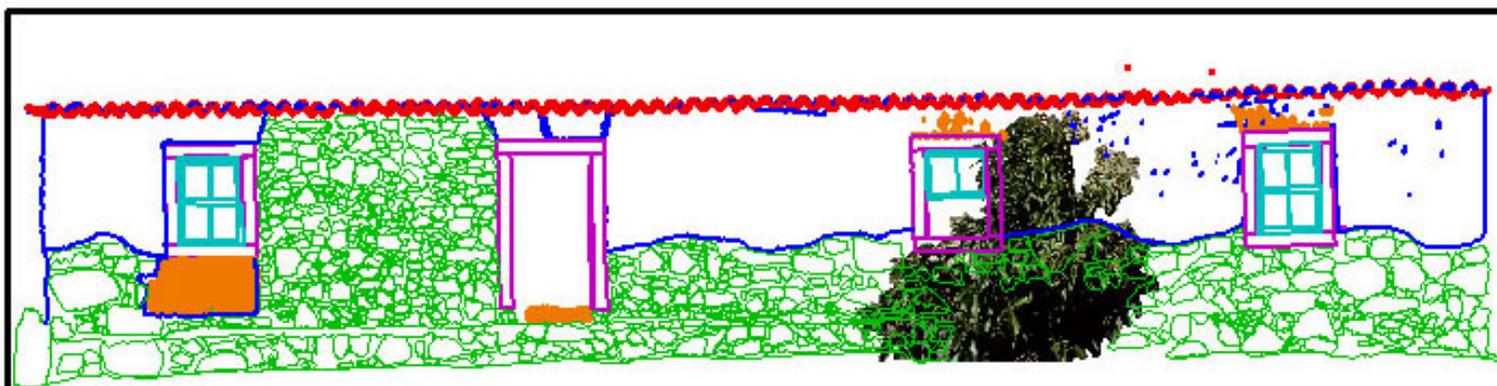
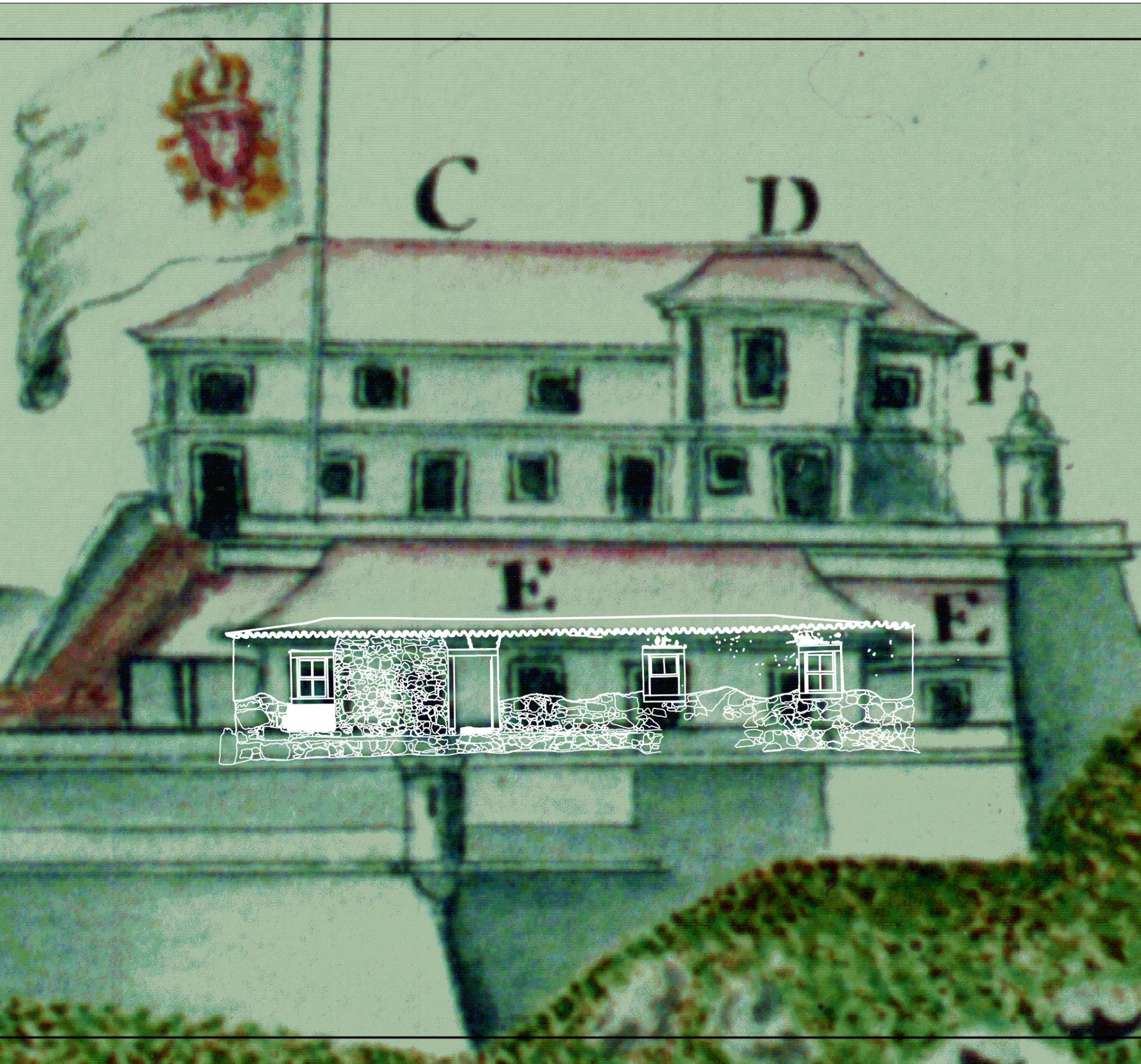


Fig.153- Modelo 3D, 66+67 à ser restituído, com sobreposição de 60%.



UNIVERSITATEA FEDERALA DE ȘTIINȚA CATOLICĂ	
Facultatea de Științe și Inginerie Programa de Studii de Inginerie de Proiectare	
ANUL 2019-2020, SEMESTRUL I, PROIECTUL DE CURS CATEDRA DE PROIECTARE	
Titlu: Proiectarea Sistemelor de Proiectare și Implementarea Sistemelor de Proiectare în Mediul de Proiectare	2019-2020
Titlu: Proiectarea Sistemelor de Proiectare și Implementarea Sistemelor de Proiectare	2019-2020
Titlu: Proiectare	2019-2020
Titlu: Proiectare	2019-2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

LABORATÓRIO DE FOTOGRAMETRIA, SENSORIAMENTO REMOTO E
GEOPROCESSAMENTO

Tese: Aplicações de Fotogrametria Arquitetural Digital na Documentação de
Edificações Históricas - Estudo das Casas do Brigadeiro Joseph da Silva Paes,
Rde. XVII

Restituição Fotogramétrica do Quartel da Tropa da
Batalha de São José da Ponta Grossa

M.Eng. Priscila von Alencar Gonçalves Aragão
Arquiteta

Data : março / 2004

Escala : 1:125

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO

O relato dos resultados visa oferecer evidências que esclareçam cada questão levantada, ou seja, quais foram os problemas apontados e as soluções propostas, definindo a potencialidade da fotogrametria como método de avaliação de monumentos.

A relevância do trabalho está em utilizar técnicas de restituição fotogramétrica para fins de intervenções em obras arquitetônicas de caráter histórico; todos os objetivos foram alcançados, ao que se refere o objetivo geral foi evidenciado e analisado as obras arquitetônicas do Brigadeiro Silva Paes em Portugal e Brasil no séc. XVIII.; uma de suas obras tendo sido analisada através do uso da fotogrametria arquitetural digital, ocorreu desta maneira a fusão da História com a Tecnologia; explorando-se o potencial do software ImageStation SSK, definindo a melhor utilização dele de acordo com o grau de detalhamento e o uso desejado, fornecendo ferramentas para a documentação, conservação e preservação dos monumentos históricos.

Na confrontação dos resultados da restituição fotogramétrica, com os coletados nos bancos de dados históricos foi possível observar que os mesmos não coincidem (observa-se na imagem do séc. XVIII anexa, com sobreposição da restituição fotogramétrica), principalmente com relação ao telhado, quando na execução do restauro da Fortaleza de São José da Ponta Grossa em específico o Quartel da Tropa uma das preocupações do Instituto de Patrimônio Artístico Nacional -IPHAN, foi de não possuírem material histórico suficiente para execução do telhado. Nesta restituição fotogramétrica foi possível observar a não confrontação do telhado, aberturas e dimensões. A Fotogrametria arquitetural auxilia os restauros propiciando a precisão destes.

Um monumento histórico deve estar totalmente livre de obstáculos, sejam eles visuais ou que prejudiquem sua estrutura na edificação; observou-se que parte da restituição fotogramétrica não foi possível ser executada por existir vegetação a sua frente, uma vez que esta vegetação é árvore frutífera, não existe a obrigação legal de mantê-la no local sem removê-la. Outra questão importante é que no caso da vegetação existente no local ser um abacateiro este possui raízes que prejudicam a estrutura da edificação, sendo que os órgãos brasileiros que mantêm o patrimônio histórico no país devem possuir a preocupação em restaurar as edificações e mantê-las para futuramente não serem prejudicadas.

A tese tornou possível a geração do modelo 3D da edificação do quartel da Tropa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa, com textura foto-realística utilizando o sistema SSK Imagestation; foram restituídos os elementos arquitetônicos através da modelagem espacial, representando a realidade da edificação em meio digital.

O emprego da fotogrametria arquitetural, no levantamento das obras arquitetônicas representa uma solução técnica e economicamente viável (devido ao tempo de execução de todo processo, possuindo precisão milimétrica), para auxílio no processo de inventário do patrimônio cultural edificado.

Obtiveram as coordenadas tridimensionais da fachada do Quartel da Tropa na Fortaleza de São José da Ponta Grossa, na Ilha de Santa Catarina, sua obtenção se deu através do equipamento restituidor SSK, com pares estereoscópicos, juntamente com tratamento computacional, permitindo a obtenção de coordenadas, sua armazenagem e desenho. Desta maneira é possível restituir a fachada completa na escala desejada, inclusive pequenos detalhes.

A realidade mundial e brasileira visto no campo da pesquisa é gigantesca quando analisamos que a fotogrametria arquitetural, principalmente digital, agiliza e permite que exista um banco de dados sobre o monumento, facilitando que em qualquer época de sua existência sejam executados restauros com grande precisão, preservando a identidade de seu povo e nação.

Uma das questões da potencialidade da fotogrametria está na tecnologia abordada na tese, favorecer aos arquitetos, principalmente no Brasil, onde se observa que em sua maioria desconhecem a metodologia e os equipamentos utilizados; desta maneira permitindo a preservação de nosso patrimônio histórico como base de dados para restauros, desta maneira a fotogrametria arquitetural é um excelente método de avaliação de monumentos através da obtenção de suas medidas precisas.

Os campos de aplicação da Fotogrametria estendem-se em função do desenvolvimento e aperfeiçoamento de suas técnicas que permitem atualmente a restituição gráfica contínua, homogênea e objetiva de objetos, monumentos, espaços urbanos e sítios arqueológicos.

Com esta tese explorou-se o potencial do software SSK ImageStation, bem como forneceu ferramentas para a documentação, conservação e preservação dos monumentos históricos.

No resultado da pesquisa ao que se refere ao título “Aplicações da Fotogrametria Arquitetural Digital na documentação da Arte Barroca; Brigadeiro Joseph da Silva Paes suas obras e feitos históricos”, o tratamento histórico dos documentos do séc.XVIII relacionados às obras do Brigadeiro Silva Paes foram analisados, resumidos e anexados à tese, como dito anteriormente são inéditos pois com o terremoto de 1755 grande parte foi incendiada e extraviada, tendo sido necessário anos para novamente reuni-los. Até hoje pouco havia sido escrito sobre o Brigadeiro Silva Paes, sendo abordadas as questões históricas, nesta tese a relevância foi com relação à arquitetura, desta maneira o presente estudo torna-se de grande relevância científica para o setor histórico e arquitetônico.

Uma das significantes questões desta pesquisa histórica e metodológica em relação às obras de Silva Paes está em ser este Engenheiro Militar um dos principais estruturadores do Brasil Meridional, o que permite analisar importantes fatos da história de nosso país.

Como sugestão para projetos futuros a utilização da fotogrametria arquitetural, juntamente com bancos de dados voltados para internet, ou redes locais, aspectos que podem ser abordados no desenvolvimento de projeto futuros; assim como a construção de cenários em 3D para estudos e análises de intervenções em sítios históricos.

CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANN F., Hahn M., (1991) Image Pyramids for Digital Photogrammetric System, by Ebner H. et al., Herbert Wichmann Verlag ISBN 3-87907-234-5, Karlsruhe.
- ACKERMANN F., (1991) Structure Changes in Photogrammetry In: Proceedings of the 43th Photogrammetric Week, Stuttgart.
- ATKINSON, K. B., Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Whittles Publishing,. 1996, 371 páginas.
- ANDRADE, J. Bittencourt de. Fotogrametria. Curitiba, SBEE, 1998, 258p..
- BOITEUX, Lucas Alexandre, alm. Fortificações de Santa Catarina. Jornal do Comércio, Rio de Janeiro, 17 e 31 maio 1957.
- BOLLA, G. - Sub Diretor do Setor de Cultura e Comunicação da UNESCO - Le fil des Pierres - Photogrammètrie et Conservation des Monuments - Kodak-Pathé, Institut Géographique National, Caisse National des Monuments Historiques et des Sites, França, 1984.
- CABRAL, Osvaldo Rodrigues et alli. As Defesas da Ilha de Santa Catarina, Rio, CFC - IHGB, 1972.
- CABRAL, Osvaldo Rodrigues. História de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC, 1968.
- CAPANNI, G.; FLAMIGNI, F. Siscam Softcopy Photogrammetry Workstation. In: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress, 1996, Vienna. Anais. Viena: ISPRS, 1996. Vol 31.
- COELHO, Manoel Joaquim de A. Memória Histórica do Regimento de Infantaria de Linha da Ilha de Santa Catarina, Anuário Catarinense, 1910.
- DALLAS, R.W.A. Architectural and archaeological photogrammetry. In: K. B. Atkinson (Edit.) Close range photogrammetry and machine vision. Scotland: Whittles Publishing, 1996.
- DIAS, Pedro. A Viagem das Formas, Ed. Estampa, Lisboa, 1995.
- DIRETORIA DO PATRIMÔNIO DO EXÉRCITO. Memórias históricas das fortalezas da ilha de Santa Catarina, QG do Exército, SMU, Brasília - DF.
- EOS SYSTEM INC, PhotoModeler Pro – user manual (version 3.0). Canadá, 1997.

- FAGUNDES, P.; TAVARES, P. Fotogrametria. SBC, 1991.
- FERREIRA FILHO, Arthur. História Geral do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Editora Globo, 1960.
- FORTES, João, gen. O Brigadeiro José da **Silva Paes** e a fundação do Rio Grande, Porto Alegre, 1933, Separata da Revista do IHGRGS.
- GOMES, C.J.M. et al. Anteprojeto do cadastro fotogramétrico de monumentos históricos do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 1995, Salvador. Anais. Salvador: SBC, 1995.
- HISTÓRIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO (Perfil Militar de um Povo), Rio, EME, 1972, V.I.
- KARARA, H. Non-Topographic Photogrammetry. 2.ed. Falls Church: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1989
- KRAUSS, Karl. Photogrammetry. Fundamentals and Standard Processes. V.1; Ferd. Dummlers Verlag – Bonn; Germany, 1993.
- LANDES, S. Impact an 3D modeling from the design of a Web based 3D information system. In: International Symposium on Real-Time. Imaging and Dynamic analysis, June/1998, Hakodate. Proceedings. Hakodate: ISPRS, 1998. Commission V. Working Group 3.
- LAYTANO, Dante de. Corografia da Capitania de Santa Catarina, in Revista do IHGB, out/dez 1950. V. 245.
- Os açorianos. in: Rio Grande Antigo, Canoas-RS, Ed. Reginal, 1954, V. 1, pp. 43-73.
- LOCH, Carlos; CORDINI Jucilei. Topografia Contemporânea, planimetria, Ed. UFSC, SC, 1995
- LOCH, Carlos. A Interpretação de Imagens Aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais, Ed. UFSC, SC, 1989.
- LOCH, C. LAPOLLI, E. M. Elementos básicos da Fotogrametria e sua utilização prática. 4 ed., Florianópolis/SC: Ed. da UFSC, 1998.
- LOCH, C, MARTINS, J. M.; ZIMMERMANN, C. C. ; Calibração da Câmara Pentax PAMS 645 utilizada em Trabalhos de Fotogrametria à curta Distância. 3D Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinálitário. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- LUGNANI, J. B. Aerofotogrametria. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1977.

- MARTINS, J. M. Implementação de um sistema de informação predial utilizando fotogrametria digital à curta distância. Florianópolis, 2000. Dissertação de Mestrado- Engenharia Civil, UFSC
- MAYR, W., (1993), Photogrammetric digital image processing at Carl Zeiss in Photogrammetric Week 1993, Stuttgart, Ed. Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe
- MONTEIRO, Jonathas do Rego, cel. Dominação Espanhola do Rio Grande do Sul, Revista Militar Brasileira números 1 a 4, 1935.
- OLIVEIRA, Francisco Henrique, Modelagem de Terreno Utilizando Sistemas Fotogramétricos, Tese de Doutorado Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC
- PEREIRA, Carlos da Costa. Acerca da Invasão Espanhola, in: Revista do HGSC, 1.º semestre, 1945.
- PHILIPS, J., 1995. A Restituição Digital para Fins de Documentação Geométrica de Monumentos e Objetos Industriais, In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Salvador, 1995.
- PINHEIRO, José Feliciano F. (Visconde de São Leopoldo). Resumo histórico da Província de Santa Catarina, in: Anais da Província de São Pedro, Rio, INL, 1946.
- RENUNCIO, Luiz Ernesto, A Low Cost Documentation and Retrieval System of Distributed Data Sets for a Historical Town in Brazil, Tese de Doutorado, Deutsche Geodätische Kommission - Karlsruhe
- SANTOS, Francisco Ruas, maj. Coleção Bibliográfica Militar, Rio, Bibliex, 1960.
- SOUZA JUNIOR, Antônio, ten cel. Caminhos históricos de invasão, Rio, Bibliex, 1950.
- SERRÃO, Joaquim Veríssimo. História de Portugal - Volume V "A restauração e a monarquia Absoluta (1640-1750)." 2a. edição. Ed. Verbo.
- SILVA-NIGRA, Dom, Clemente Maria da. A ilha das Cobras e sua fortalezas: resumo histórico documentado. - Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 1988.
- TAUNAY, Affonso de E. Santa Catarina tempos primeiros e Santa Catarina Colonial, in: Anais do Museu Paulista, tomo 4, 1931.

- TOMMASELLI, A. M. G.; TOZZI, C. L. Calibração de Câmaras digitais. Anais do XV Congresso Brasileiro de Cartografia. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Vol.2, 1991. 239-249p..
- YASTIKLI, N., ALKIS Z., Documentation of cultural heritage by using digital close range photogrammetry. In CIPA XIX th INTERNACIONAL SYMPOSIUM, Anais, Antalya, Turkey, 2003
- VITERBO, Sousa. Dicionário dos Arquitetos e Engenheiros Portugueses, vol III
- WALDHÄUSL, P.; PEIPE, J. Control information in architectural photogrammetry. In CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM, Anais, Cracow, 1992
- ZANETTE, A P. Um modelo de sistema de informações em 3D para o Campus da UFSC utilizando os recursos da fotogrametria digital e estudo de sistemas de informações de campi universitários de diversos países na internet. Florianópolis, 2000. Dissertação de Mestrado. Engenharia Civil – UFSC

ANEXOS

REFERENCIAS E RESUMOS DOS DOCUMENTOS PESQUISADOS NO ARQUIVO HISTÓRICO ULTRAMARINO / PORTUGAL

LISBOA - CASTRO DE ALMEIDA - Arquivo Histórico Ultramarino (AHU)
documentos relativos ao RIO DE JANEIRO, SANTA CATARINA, RIO GRANDE
DO SUL

SC CX 47 n.º 12.442 30/03/1745

CONSULTA do Conselho Ultramarino sobre a defesa da Ilha de Santa Catarina e a necessidade de aumentar a sua população. Lisboa 30 de março de 1745.

Recrutamento das guarnições para a Ilha de Sta. Catarina e Rio Grande de São Pedro, navios partiram das Ilhas nos arquipélagos dos Açores e Madeira para portos do Brasil remetendo casais.

Em 1744 arribaram na Ilha de Sta. Catarina 3 navios Franceses. Foi ordenado ao governador do Rio de Janeiro fazer melhor defesa na Ilha de Sta. Catarina, apresentando o aumento da povoação.

Pela falta de povoadores não era possível aumentar as fortalezas nem a Ilha cultivar, por isto solicitavam famílias dos arquipélagos, o objetivo era que através das famílias tivessem os soldados para a defesa e guarnição das fortalezas. A preocupação na povoação da Ilha de Sta. Catarina estava nos contrabandistas castelhanos fazerem comércio com aquela povoação.

SC CX 47 n.º 12.443 Lisboa 26/04/1745

CONSULTA do Conselho Ultramarino, sobre a criação de um regimento para a guarnição das fortalezas da Ilha de Santa Catarina. Lisboa, 15 de maio de 1744.

Copia. (Anexa ao n.º. 12.442).

Carta semelhante, sobre a criação de um regimento para guarnição das fortalezas da Ilha de Sta. Catarina.

Observação que de cada navio que partisse das Ilhas Portuguesas para povoar o Brasil se remeteria até 5 casais para a Ilha de Sta. Catarina, e que o Governador procurasse prover de capelães as fortalezas.

RJ CX 34 n° 8.591 26/06/1735

INFORMAÇÃO do Governador José da Silva Paes, sobre as reparações que era necessário fazer no aqueduto das águas da Carioca. Rio de Janeiro, 26 de junho de 1735.

Aqueduto da Carioca, mandavam fazer os consertos precisos por conta de S. Majestade, devendo aumentar mais bicas para maior comodidade do povo, V. Majestade mandará o que parecer mais conveniente. Apresenta o estado da Carioca estar muito arruinado, a qual abastece a água da cidade do Rio de Janeiro. Poucos eram os alicerces do Aqueduto por ele vir pelas encostas dos montes, além dos recipientes que recebiam as águas serem pequenos. Os ajustes dos canos estavam sendo de pedra e barro e não pedra e cal, desta maneira havia maior contaminação das águas de fragilidade destes canos, desta maneira sempre faltava água nas fontes.

Em alguns locais da Carioca aonde passavam os canos seriam colocados porteiras para não mais passarem a pé ou a cavalo, para não danificar estes. Futuramente no projeto com seus canos de pedra que eram duráveis, deixando com laje, um registro a cada numero de palmos a serem definidos e uma pia de recipiente.

SC CX 41 n° 10.860 22/02/1740

CONSULTA do Conselho Ultramarino, favorável a nomeação de um cirurgião para a Ilha de Santa Catarina que havia requisitado o **Silva Paes**, encarregado de fortificação daquela Ilha. Lisboa 22 de Fevereiro de 1740.

Brigadeiro José da Silva Paes pede cirurgião à Ilha de Sta. Catarina, para as pessoas empregadas no serviço de V. Majestade.

CX 41 n° 10.862/10.861 30/04/1739

10.861 - Extrato de uma carta do Brigadeiro Silva Paes para o Governador interino do Rio de Janeiro relativo a nomeação do referido cirurgião. Santa Catarina, 30/04/1739

"Como hoje se achão n'esta ilha mais de 900 pessoas e não há médicos nem cirurgião".

10.862 - Carta do Governador Gomes Freire de Andrada para o mestre de campo que aprova a nomeação do médico para a Ilha, e manda pagar o soldo que vencia o cirurgião de um batalhão. Tijuca, 28 de junho de 1739

Idem ao texto anterior já solicitando médico. Cirurgião e um botica pois não havia médico a uma distancia de 60 léguas, e haviam mais de 200 pessoas na Ilha.

CX 41 n° 10.869, 10.871

CONSULTA do Conselho Ultramarino, sobre as fortalezas e guarnições da Colônia do Sacramento, do Rio de S. Pedro e da Ilha de Santa Catarina e as informações a que os seguintes documentos se referem. Lisboa, 7 de abril de 1740.

SC RG cx.41 Arraial do Tijuca n° 10.870/10.871 07/1739

Anexo ao n° 10.863

Idem anterior, sobre as guarnições e despesas da Ilha de Sta. Catarina, Colônia do Sacramento e Rio Grande de São Pedro.

Deveria haver 700 homens nas fortalezas de Rio Grande., 6 companhias de operações, a guarnição da Ilha de Sta. Catarina era preciso 150 homens, na Colônia um Batalhão de Infantaria e 2 Companhias de Dragões.

Solicita que amplie a fortaleza do Estreito e de São Miguel no Rio Grande.

SC Cx. 41 Lisboa n° 10.869 07/07/1740

PROVISÃO do Conselho Ultramarino pela qual ordenou que o Governador do Rio de Janeiro informasse sobre o assunto a que se refere a consulta antecedente.

Lisboa 12 de agosto de 1738. (Anexa ao n° 10.169)

Que o governador fizesse o cálculo das fortalezas e guarnições que deveriam conservar-se na Colônia, Rio Grande de São Pedro e Ilha de Sta. Catarina.

CX 41

INFORMACÃO do Governador Gomes Freire de Andrada, sobre as guarnições da Ilha de Santa Catarina, Colônia do Sacramento e Rio Grande de S. Pedro, e as respectivas despesas. Arraial do Tijuca, 8 de julho de 1739.

(Anexa ao nº 10.863)

nº 10.881

nº 10.882 RJ 27/ 01/ 1739

nº 10.894

nº 10.895

13/05/1739 do Conselho Ultramarino

O Brigadeiro José da **Silva Paes** cujo cargo está de Governador do Rio de Janeiro da Conta dos termos, em que se acha a Fortaleza da Ilha das Cobras, e pede o Lagedo, e pórticos para se findar a fortificação.

cx. nº 10881 1 micro

Arribada as duas naus Nossa Sra. da Oliveira, saíram a 23 de outubro de Lisboa para as Índias, comandada pelo Capitão Antônio Saldanha, morreram mais de 40 pessoas com mais de 100 doentes em ambas as naus, faltando medicamentos e fazendo água.

RJ cx nº 10882 3 micros 27/01/1739

Chegaram a 24 de dezembro duas naues que saíram de Lisboa a 23 de outubro para a Índia, Nossa Sra. da Oliveira e Arrabida, comandada pelo Capitão de Mar e Guerra Antônio de Saldanha, estas seriam arrumadas no RJ.

Mesmo que passassem pelo Cabo de Boa Esperança haviam de arribar a Moçambique, final de março foram em direção a Baçaim.

As guarnições foram enviadas para as fortalezas da Ilha das Cobras e Sta. Cruz para assisti-las.

Assinada por José da Silva Paes.

RJ cx. Nº 10894 2 micros 06/08/1739

Consulta sobre o “Lagedo” e demais pedras que solicita o Brig. Silva Paes para a nova Fortaleza da Ilha das Cobras.

RJ cx. Nº 10895 2 micros

O Brig. Silva Paes, quando governador da Capitania do Rio de Janeiro, em carta de 25/09/173_, comunicou a finalização das obras da fortaleza de São José da Ilha das Cobras, a mesma voltada para a cidade estava praticamente concluída, restando apenas alguns armazéns, da Pólvora e Casa do Governador, dizendo a V. Mag. de que não existia na América Fortaleza que iguale aquela, tanto pela sua situação, quanto pelo material.

nº 10.899 / 10.900 / 10.991 / 10.902

CONSULTA do Conselho Ultramarino sobre os seqüestros de 2 navios, pertencentes Antonio Vaz Coimbra, um feito pelo provedor da fazenda do Rio de Janeiro e outros pelos castelhanos de Montevidéu. Lisboa 7 de setembro de 1740. Tem anexo uma carta do governador do Rio de Janeiro e 2 do Governo da Colônia sobre o mesmo assunto.

Cx nº 10899 1 micro 07/09/1740

M. de Campo Mathias Coelho de Souza, o qual encontrava-se no cargo de Governador da Capitania do Rio de Janeiro fala do confisco de uma “charrua” de Antônia Vaz Coimbra, chamada “O Senhor dos Perdões”, achavam ter vindo do Porto de Saló dos domínios de Castella, com cargas contra as leis de V. Mag., a qual foi confiscada.

Cx nº 10900 2 micros 14/05/1740

Antônio Vaz Coimbra, despachou duas “galerias” com escalas pelas Ilhas (Açores, Madeira); foi tomado o Porto de Barcelona dos domínios de EL Rei de Espanha, onde receberam cargas proibidas para contra as ordens e leis de V. Mag. estabelecidas para evitar negócios com os estrangeiros introduzidos nas conquistas.

A noticia fez prevenir com ordens a todos os Portos que fossem represadas as ditas embarcações.

O Brig. Silva Paes em Santa Catarina confiscou as cargas das ditas embarcações.

cx. nº 10901 2 micros 15/11/1739

Cópia da carta do Governador Antônio Pedro de ... escrita em 15 de novembro de 1739, ao Governador de Buenos Aires D. Miguel de Salcedo, sobre a represália da embarcação vinda de Coimbra.

cx nº 10902 2 micros 15/11/1939

cx nº 10903 2 micros 16/09/1740

É apresentado ao conselho sobre o nº de peças de artilharia de bronze incapazes de continuarem sendo utilizadas, para se refundirem, estas vindo da praça do Rio de Janeiro, recebendo artilharia de embarcações como a Fragata Nossa Senhora da Estrela.

As cargas foram enviadas pelo mestre de campo Mathias Coelho de Souza, quando na função de Governador do Rio de Janeiro.
Metelho de Souza Menezes.

Cx nº 10904/10905 1 micro 15/06/1739

10904 O Brigadeiro José da Silva Paes, cujo cargo estava o Governador da Capitania do Rio de Janeiro, em carta de 25/01/1739, informando V. Mag. da artilharia das Fortalezas do Rio de Janeiro e do que necessitavam para ficarem guarnecidas.

Lisboa Ocidental 15/06/1739

10905 Gomes Freire de Andrade Gov e Cap. Gen. da Capitania do Rio de Janeiro em carta de 3 de abril comunica a V. Mag. sobre artilharia do Rio de Janeiro, e a necessidade de mais artilharia nas Fortalezas (200 peças) de bronze, ferro não era possível de se utilizar na capitania por se arruinarem com facilidade.

Lisboa Ocidental 19/05/1738

CX 22 nº10.397 Lisboa 10 / 07 / 1739

CONSULTA do Conselho Ultramarino, acerca das informações enviadas pelo Governador do Rio de Janeiro sobre o aqueduto das águas da Carioca. Lisboa, 10 de julho de 1739.

“O conselho ultramarino, o Brigadeiro José da Silva Paes da conta do exame que fez na obra da Carioca e estado em que se acha o seu aqueduto, se apontam os remédios para perfeição desta obra”.

Consulta acerca das informações enviadas pelo Governador do Rio de Janeiro sobre o aqueduto das águas da Carioca.

Lisboa 10/07/1739

O Brigadeiro José da Silva Paes em carta de 26/06/1735 deu conta a V. Mag. Nesse conselho do exame que fizera na obra da Carioca e seus aquedutos, achando o mesmo arruinado em muitas partes, desta maneira faltava muita água na cidade, o mestre encarregado da manutenção deste não executava

seus conceitos; devendo após os reparos nem pessoas nem animais passarem mais por cima dos canos. Pessoas Brancas que destruíssem a obra da Carioca seriam penalizadas e os Negros açoitados.

A obra segundo Silva Paes receberia manutenção a cada 12 a 20 anos; obra esta de pedra e cal com seus canos de pedra, bem betumados, cobertos de “lajedos”, deixando de 60 a 60 palmos um registro e a cada 1000 uma pia de recipiente, dando mais capacidade do chafariz para melhor comodidade do povo; escrevendo esta provisão de 19/12/1735. Segundo Gomes Freire de Andrade, Gov. e Cap. Geral da Capitania do Rio de Janeiro, dizia que os atuais canos eram de barro vidrado, e não de pedra como Brigadeiro havia solicitado, feitos na corte. Apenas em 1738 foi aprovado o início das obras no aqueduto, os canos na dimensão de 1 palmo de largura e 1 de altura, porém V. Mag. achando custo alto para os canos serem de pedra.

O engenheiro mor Manuel de Azevedo Fortes mandou fazer os modelos dos canos, os quais são possíveis de ver anexos os projetos na tese.

CX 22 nº 10.399 / 10.400 Lisboa 06/06/1739 - 23/09/1739

nº 10.401 Lisboa 22/ 07 / 1740

INFORMAÇÕES do Engenheiro Mor Manuel de Azevedo Fortes, sobre as obras do aqueduto da Carioca. Lisboa, 6 de junho e 23 de setembro de 1739 e 22 de julho de 1740.

(Anexas ao nº. 10.397).

10399

Ajustes com o mestre que iria executar os ajustes dos canos da Carioca obrigando a serem todos os canos da mesma forma do modelo, mesma bitola, mesma pedra, betume e “lagedo” grosso.

Lisboa Ocidental 23/07/1739

Manuel de Azevedo Fortes

CX 22 nº 10.402 Lisboa 27/ 07 / 1740

TERMO do ajuste do fornecimento dos canos, necessários para a obra da Carioca. Lisboa, 27 de julho de 1740 Cópia. (Anexo ao n 10.397)

CX 22

PROVISÕES (2) do Conselho Ultramarino e informações dos Governadores José da **Silva Paes** e Gomes Freire de Andrada, sobre as referidas obras da Carioca. S.d.
(Anexas ao número 10.397)10.410/10.406

CX 22 n° 10.407

PLANTA do Cano do Aqueduto da Carioca.

(Anexa ao n- 10.397).

Om, 615 X Om, 480. Colorida.

CX 32 n° 8.226 3 micro 10/ 07/ 1734

CONSULTA do Conselho Ultramarino, sobre a fortificação da praça da Nova Colônia do Sacramento. Lisboa, 10 de julho de 1734.

CX 32 n° 8.227 23/02/1734

CARTA do Governador Antônio Pedro de Vasconcellos, sobre a mesma fortificação. Colônia, 23 de fevereiro de 1734. (Anexa ao n° 8.226)

CX 32 n° 8228 04/07/ 1734

PARECER do Engenheiro mor do Reino Manuel de Azevedo Fortes, sobre a fortificação da Praça da Nova Colônia.

Lisboa, 4 de julho de 1734.

(Anexo ao n° 8.226).

CX 32 n° 8.229 25/02/1734

RELAÇÃO das ferramentas e petrechos necessários para os trabalhos da fortificação da Praça da Colônia do Sacramento.

Colônia, 25 de fevereiro de 1734. (Anexa ao no. 8.226).

CX 34 n° 8.617 17/10/1735

CONSULTA do Conselho Ultramarino, sobre as informações enviadas pelos Governadores, do Rio de Janeiro Gomes Freire de Andrade e José da **Silva Paes**, acerca das fortificações da Praça - porto daquela cidade. Lisboa, 17 de outubro de 1735.

CX 34 n° 8.618 Rio de Janeiro 21/05/1735

CARTA do Brigadeiro José da **Silva Paes**, na qual informa sobre a situação em que se encontravam as Fortalezas de São João, da Lagem e de Santa Cruz, sua artilharia, os consertos e obras novas de que necessitavam e também sobre as outras fortalezas, fortes e baterias que havia na cidade e no seu recôncavo.

Rio de Janeiro, 21 de maio de 1735. (Anexa ao n°. 8.617).

CX 34 n° 8619 / 8622

CARTA do Governador Gomes Freire de Andrada, acerca do parecer do Brigadeiro José da **Silva Paes** sobre as fortificações da Praça do Rio de Janeiro.

CX 34 Vila Rica, 6 de maio de 1735.

(Anexa ao n°. 8.617).

INFORMAÇÃO do Engenheiro Mór do Reino Manuel de Azevedo Fortes, sobre os alvitres e planos do brigadeiro José da **Silva Paes** para a defesa da cidade e porto do Rio de Janeiro. Estremoz, 10 de outubro de 1735. (Annexa ao n°. 8.617).

CX 34 n° 8620 Rio de Janeiro 03/06/1735

CARTA do Brigadeiro José da **Silva Paes**, sobre a defesa da cidade do Rio de Janeiro, em que expõe a conveniência de a circundar por uma muralha, que garantisse a segurança dos seus moradores, no caso de serem ameaçados por qualquer invasão.

Rio de Janeiro, 3 de junho de 1735. (Anexa ao n°. 8.617).

CX 34 n° 8710 1735

REPRESENTAÇÃO do Sargento Mór Antônio de Barros Leite, comandante da Fortaleza do Villegagnon da Barra do Rio de Janeiro, em que pede a restituição de peças de artilharia, a construção de quartéis e de uma embarcação para o serviço da fortaleza. (1735).

CX 36 n° 9054 / 9055

Lisboa 20/01/1736

CONSULTA do Conselho Ultramarino sobre as informações que enviara o Governador do Rio de Janeiro acerca das obras que mandara fazer nas diferentes fortalezas daquela Praça e da artilharia que as guarnecia. Lisboa, 20 de Janeiro de 1736.

Tem anexa a informação do Governador José da **Silva Paes**.

CX 37 n° 9492

EXTRATO de uma carta do Governador do Rio de Janeiro José da **Silva Paes** para Gomes Freire de Andrade, relativo ao estabelecimento da Colônia do Rio Grande. (Anexo ao n°. 9.484).

CX 38 n° 9719 31/01/1738

CONSULTA do Conselho Ultramarino sobre as informações enviadas pelo Brigadeiro **Silva Paes**, Gomes Freire de Andrade, oficiais de câmara e provedor da fazenda, sobre as fortificações da Praça e Barra do Rio de Janeiro.

Lisboa, 31/01/1738.

CX 38 n° 9721, 9720 10/07/1737 12/08/1737

CARTAS (3) do Provedor da Fazenda Francisco Cordovil de Sequeira e Mello, sobre as despesas efetuadas com as obras das diferentes fortalezas.

Rio de Janeiro, 20 de agosto de 1736, 10 de julho e 12 de agosto de 1737. (Anexas ao n°. 9.719).

CX 38 n° 9725 21/07/1736

REPRESENTAÇÃO dos oficiais da Câmara do Rio de Janeiro, sobre o lastimoso estado em que se encontravam as fortalezas daquela Praça.

Rio de Janeiro, 21 de abril de 1736.

(Anexa ao n° 9.719)

CX 38 n° 9726 16/06/1736

CX 38 n° 9728

CÓPIA de diversas portarias e despachos do Governador do Rio de Janeiro, relativos às arrematações das obras das fortalezas.

(Anexa ao n°. 9.719)

CX 38 n° 9729 / 9730 15/02/1736 12/08/1736

9.729 PROVISÃO do Conselho Ultramarino sobre as obras das fortalezas do Rio de Janeiro. Lisboa, 15 de fevereiro de 1736. Cópia.

(Anexa ao n°. 9.719).

9.730 INFORMAÇÃO do Governador Gomes Freire de Andrada, sobre as referidas obras.

Rio de Janeiro, 12 de agosto de 1736.

(Anexa ao n°. 9.719).

CX 38 n° 9731

CERTIDÃO da arrematação das obras da Fortaleza da Lagem.

(Anexa ao n°. 9.719)

PROVISÃO do Conselho Ultramarino pela qual se mandaram por em execução as propostas do Governo do Rio de Janeiro sobre as guarnições da Colônia do Sacramento, do Rio Grande de São Pedro e Ilha de Santa Catarina.

Lisboa, 29 maio 1742.

CX 42 n° 10912 03/09/1742

INFORMAÇÃO do governo Gomes Freire de Andrade sobre as enormes despesas da Nova Colônia do Sacramento, do Rio Grande de São Pedro e da Ilha de Santa Catarina e a deficiência das receitas da capitania do Rio de Janeiro para seu pagamento. Vila Rica, 03/09/1742.

CX 45 n° 12129 06/12/1744

n° 12130 15/08/1743

CONSULTA do Conselho Ultramarino, acerca das informações enviadas pelo Brigadeiro José da **Silva Paes** sobre as despesas feitas com as 4 fortalezas da Ilha de

Santa Catarina, Santa Cruz, São José ,Santo Antônio e Nossa Senhora da Conceição da Barra do Sul.

Lisboa, 6 de fev. de 1744.

Tem anexas as informações do Brigadeiro e 3 certidões relativas as mesmas despesas.

CX 46 nº 12134 29/02/1744

nº 12135

nº 12136 12/07/1743

nº 12137

nº 12138

nº 12139

nº 12140

nº 12141

CONSULTA do Conselho Ultramarino acerca das informações do Brigadeiro José da **Silva Paes**, sobre a arribada de 3 navios franceses à Ilha de Santa Catarina e as providências que toma a respeito.

Lisboa 29/02/1744.

Tem anexas duas cartas do Brigadeiro e outras cópias de diversos documentos relativos aos mesmos navios.

CX 46 nº 12152 11/03/1744

CONSULTA do Conselho Ultramarino favorável à representação do Brigadeiro **Silva Paes**, sobre a necessidade de se criar um regimento para guarnecer as fortalezas da Ilha de Santa Catarina e de serem enviadas para ela casais das ilhas, para as povoarem.

Lisboa, 11 de março de 1744.

CX 47 nº 12501 27/07/1745

nº 12503 27/07/1745

CX 36 nº 9133 Vila Rica 24/12/1735 (?)

nº 9134

nº 9135

CONSULTA do Conselho Ultramarino sobre as informações enviadas pelos Governadores Gomes Freire de Andrade e José da **Silva Paes**, acerca das providências que haviam tomado para a defesa dos portos da Capitania do Rio de Janeiro e o rompimento entre as Coroas de Portugal e Hespanna, em resultado do incidente ocorrido em Madri com o Plenipotenciario de Portugal Pedro Alvares Cabral.

Lisboa, 3 de novembro de 1736. n° 9.133

CARTA do Governador Gomes Freire de Andrada, em que transmite as informações a que se refere a consulta antecedente.

Vila Rica, 24 de agosto de 1735.

(Anexa ao n° 9.133) n° 9.134

CARTA do Governador José da **Silva Paes** sobre as providências que tomara para repelir a tentativa de qualquer invasão estrangeira e na qual participa os incidentes que se tinham dado com os moedeiros e seus familiares, que invocando os seus privilégios pretendiam eximir-se ao serviço militar.

Rio de Janeiro, 30 de agosto de 1735.

(Anexa ao n°. 9.133).

RIO DE JANEIRO

CX 4 n° 486 (anexa ao n° 582) 13/05/1645

CX 15 n° 3289 (anexo ao 3287) 1712

CARTAS (4) dos Governadores Antônio de Albuquerque Coelho de Carvalho e Francisco de Castro Moraes, sobre as fortificações do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro, v. d

(Anexas ao n°. 3.287).

SANTA CATARINA

CX 1 n° 19 05/04/1741

CARTA da José da **Silva Paes** ao Rei comunicando como procedeu na chegada da esquadra inglesa composta de cinco naus de guerra e duas de transporte,

comandadas por Jorge Ansson, que aqui pararam para se abastecer e se tratava de uma expedição secreta.

CX 1 n° 20 05/04/1741

CX 1 n° 21 17/06/1741

CARTA do Brigadeiro José da **Silva Paes** ao Conselho Ultramarino, sobre a nau de guerra espanhola que encalhou junto ao Morro de Santa Marta perto da Vila de Laguna. Inclui carta do Comissário da Fazenda Real, D. Antônio Reyalera ao Comandante D. Pedro de Mendinulta, e do alferes Antônio Miz Madona, as Fragatas Espanholas "O Guiduseud".

CX 1 n° 22 20/08/1741

INFORMAÇÃO de José da **Silva Paes** informando ao Rei sobre as cartas que D. Pedro Mendinulta, comandante de uma nau naufragada, lhe pediu para passarem ao Rio Grande e após a Buenos Aires, inclui: cópia da carta de Dom Miguel de Salcero, Governador de Buenos Aires, a José da **Silva Paes** e sua resposta; cópia da 1° e 2° carta de D. José Pissarro, chefe de esquadra a José da **Silva Paes**.

CX 1 n° 23 15/12/1741

PARECER ao pedido do Brigadeiro José da **Silva Paes** de ter na Ilha de Santa Catarina alguém que ministre os sacramentos aos fiéis.

CX 1 n° 24 1 micro 02/08/1742

INFORMAÇÃO de **Silva Paes** informando ao Rei do resto dos oficiais e tripulação do navio espanhol "O Guiduseud" que naufragou perto de Laguna; e da quantia que ficaram devendo, em dinheiro.

CX 1 n° 25 02/08/1742

CARTA de José da **Silva Paes** à V. Majestade mostrando a conveniência de que a Vila e Distrito de Laguna pertencesse a capitania do Rio de Janeiro, desvinculado da capital de São Paulo.

CX 1 n° 26 24/08/1742

CARTA de José da Silva Paes pedindo ao Rei, que lhe seja abonado o soldo.

CX 2 n° 20 09/10/1754

CX5 n° 7 08/10/1777

CX 5 n° 8 09/12/1777

CX 1 n° 41 01/08/1747

INFORMAÇÃO de **Silva Paes** ao Rei do fato de que alguns soldados estão casando e pedindo baixa, para cuidarem de suas lavouras.

CX 1 n° 42

CX 1 n° 43 13/08/1747

CARTA de **Silva Paes** ao Rei, a respeito da deserção de 3 oficiais e alguns soldados e marinheiros de umas naus francesas que se achavam no porto da Ilha de Santa Catarina.

CX 1 n° 44 20/08/1747

CARTA de **Silva Paes** ao Rei pedindo que seja dado soldo aos colonos que guarneceram as fortalezas, quando os navios franceses se achavam no porto da Ilha de Santa Catarina.

CX 1 n° 45 28/12/1747

SILVA Paes escreve ao Rei dando conta das naus estrangeiras que chegaram ao Porto da Ilha de Santa Catarina.

CX 1 n° 47 4 micro 24/02/1748

RIO GRANDE DE SUL

CX 1 n° 4 22/12/1740

n° 7 24/02/1737

n° 8 08/03/1737 25/03

n° 9 12/03/1737

n° 10 15/03/1737

nº 11 12/04/1737
nº 13 13/07/1737
nº 14 26/09/1737
nº 15 13/02/1738

CX 1 nº 27 31/10/1738

CX 1 nº 46 3 micro (3 cópias) 20/08/1744

CX 1 nº 53 anterior a 13/07/1748

nº 346 e 348 20/10/1765
CX 17 nº 3981 - 93 26/07/1720

COLÔNIA DO SACRAMENTO C.A.

CX 30 nº 7616 02/03/1732

PARECER do Conselheiro Manuel Galvão de Lacerda, sobre a fortificação da praça da Nova Colônia do Sacramento.

Lisboa, 2 de março de 1732.

CX 30 nº 7617 10/07/1730

CARTAS (2) do Governador da Colônia do Sacramento Antônio Pedro de Vasconcellos, sobre a fortificação daquela praça.

Colônia, 10 de abril de 1730 e 9 de abril de 1731.

(Anexas ao nº. 1.616).

CX 30 nº 7619 09/11/1730

CONSULTA do Conselho Ultramarino, sobre a reedificação da Igreja Matriz da Colônia do Sacramento, e a sua fortificação.

Lisboa, 9 de novembro de 1730.

(Anexa ao nº. 7.616).

CX 30 n° 7620 10/1729

PARECER do Engenheiro-mor Manuel de Azevedo Fortes, sobre as plantas, enviadas pelo Governador da Colônia do Sacramento, para a reedificação da Igreja Matriz daquela praça.

Lisboa, - de outubro de 1729.

(Anexo CX 30 ao n°. 7.616).

ILHA DA MADEIRA

CX 1 n° 44 1754

CX 1 n° 73 1756

GLOSSÁRIO (relativos aos documentos históricos anexos)

- Abóbada – Cobertura de secção curva
- Abóbada de berço – Abóbada gerada pelo deslocamento de uma semicircunferência ou de secção semicircular
- Arco cruzeiro - arco de entrada da capela mor
- Barroteamento – vem da palavra barrote, trave grossa de madeira destinada ao vigamento
- Beiral de cimalha – arremate superior da parede que faz concordância entre o plano do beiral.
- Beira Saveira - beiral constituído por camadas de telhas
- Baluarte – construção alta, sustentada por muralhas; fortaleza
- Batistério – lugar onde, nas igrejas ou capelas, fica a pia do batismo.
- Cornija – moldura sobreposta, formando saliências na parte superior da parede
- Cantaria - obra de pedra aparelhada
- Contrafortes - pilar ou parede de pedra colocado externamente contra uma parede ou muro, para lhe dar maior solidez contra empuxos laterais
- Ermida – pequena capela
- Empena – Parte superior triangular das fachadas, podendo ser denominada de frontão
- Frontão – espécie de empena que serve para coroar a parte central do frontispício
- Frontispício – fachada principal
- Lioz – pedra portuguesa semelhante ao mármore
- Nave - parte interna da igreja desde a entrada até a capela-mor
- Púlpitos – tribuna destinada nas igrejas às pregações ou sermões do sacerdote
- Tribuna - lugar reservado e elevado, com abertura em janelas para assistir as cerimônias religiosas
- Varas de lajedo – medidas (quantidade) das lajes de pedra