

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC

A FOTOGRAMETRIA A CURTA DISTÂNCIA COMO UMA  
FERRAMENTA DE DOCUMENTAÇÃO DAS INSCRIÇÕES  
RUPESTRES.

**(ESTUDO DE CASO SÍTIO ARQUEOLOGICO SANTINHO NORTE I– SC)**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

ANA ALICE MIRANDA DUARTE

Florianópolis, dezembro de 2004.

A FOTOGRAMETRIA A CURTA DISTÂNCIA COMO UMA  
FERRAMENTA DE DOCUMENTAÇÃO DAS INSCRIÇÕES  
RUPESTRES.

(Estudo de Caso Sítio Arqueológico Santinho Norte I– SC)

ANA ALICE MIRANDA DUARTE

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de MESTRE em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário.

Orientador: Prof. Dr. Ing. Jürgen Philips.

Florianópolis

2004

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação defendida e aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ pela comissão examinadora.

---

Profa. Henriete Lebre La Rovere – Coordenadora do PPGEC

---

Prof. Dr. Ing. Jürgen W. Philips - Orientador

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Ing. Jürgen W. Philips – Moderador – ECV / UFSC

---

Prof. Dr. Carlos Loch – ECV / UFSC

---

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira – UDESC

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Nadal de Masi – UNISUL

---

Dra. Priscila Von Altrock – UFSC

DUARTE, Ana Alice Miranda. A Fotogrametria a curta distância como uma ferramenta de documentação das inscrições rupestres.(Estudo de Caso Sítio Arqueológico Santinho Norte I- SC). Florianópolis, 2004, 106 pg. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Ing. Jürgen W Philips.

Defesa: Dezembro de 2004.

**DEDICATÓRIA:**

Dedico o meu trabalho aos meus pais e ao meu marido Christian Duarte pela paciência, incentivo e compreensão pelas horas de ausência.

**AGRADECIMENTO:**

Graças à colaboração generosa e cordial de algumas pessoas foi possível realização deste trabalho. Especialmente:

Aos meus pais, Zelio e Margarete Miranda, pelo incentivo e apoio.

Ao meu marido, Christian Duarte, pela compressão e colo nas horas de dúvida e angústia.

Ao professor e orientador Dr. Jürgen W. Philips, pela sua orientação e amizade.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo indispensável suporte financeiro.

Ao Prof. Dr. Carlos Loch pela amizade, que através do Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, sob a sua atual coordenação, forneceu à estrutura de apoio e equipamentos necessários a realização deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, pelo acompanhamento e importante auxílio na aquisição de dados para o desenvolvimento da dissertação.

A amiga, Dra. Priscila von Altrock pelo companheirismo e auxílio nos momentos difíceis.

Ao Prof. Thomas Vögtle pela orientação e ajuda na aquisição dos dados.

Acima de tudo, a Deus meu Pai Maior, por ter-me permitindo que não desistisse desta caminhada e por mais esta oportunidade.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE ESQUEMAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo Geral.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Estrutura do Trabalho.....	4
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	
2.1 O cadastro técnico multifinalitário na arqueologia.....	6
2.2 Fotogrametria.....	7
2.3 Fotogrametria a curta distância.....	8
2.4 Fotogrametria digital.....	9
2.5 Arqueologia.....	12
2.6 Patrimônio arqueológico.....	13
2.7 Fotogrametria X Arqueologia.....	13
2.8. Modelo de aplicação da fotogrametria na arqueologia.....	14
2.8.1 Documentação da múmia do Gelo (Iceman) Ötzi. – Áustria.....	14
2.8.2 Documentação de Hohler Stein.- Áustria.....	16
2.8.3 Levantamento arqueológico das ruínas de Mucuño. – Venezuela.....	16
2.8.4 Documentação arqueológica de Tonyukuk. – Turquia.....	17
2.8.5 Documentação da cidade arqueológica grega de Aigosthena. – Grécia.....	19
2.8.6 Documentação arqueológica do Castelo da Torre de Garcia D’ Avila. – Brasil...	20
2.9 As sociedades pré-coloniais na Ilha de Santa Catarina.....	21

2.10 Inscrições Rupestres.....	22
2.11 Legislação de preservação arqueológica.....	24
2.12 Legislação de preservação arqueológica brasileira.....	25

### **3 ÁREA DE ESTUDO**

3.1 Localização.....	28
3.2 As inscrições rupestres na praia do Santinho.....	30
3.3 Estudo das inscrições rupestres analisadas.....	31

### **4 MATERIAIS DISPONÍVEIS E MÉTODO**

4.1 Material.....	33
4.2 Equipamentos.....	33
4.2.1 Câmara fotográfica.....	34
4.2.2 Filme fotográfico.....	35
4.2.3 Marcadores de pontos de controle.....	36
4.2.4 Escada de alumínio.....	37
4.2.5 Trena e Caderneta de anotação.....	37
4.2.6 Diapositivos.....	37
4.2.7 Scanner.....	38
4.3 Softwares.....	38
4.4 Método.....	39
4.4.1 Teste na aquisição das imagens.....	41
4.4.2 Aquisição dos dados.....	43
4.5 Calibração da Câmara.....	43
4.6 Levantamento fotogramétrico.....	44
4.7 Protocolo do levantamento.....	46
4.7.1 Protocolo do levantamento – (San-N-I-1).....	47
4.7.2 Protocolo do levantamento – (San-N-I-2).....	47
4.8 Cálculo das coordenadas.....	47
4.8.1 Cálculo das coordenadas San-N-I-1.....	49
4.8.2 Cálculo das coordenadas San-N-I-2.....	51
4.9 Digitalização.....	53
4.10 Compressão das Imagens.....	52

## **5 PROCESSAMENTO DOS DADOS NO SOFTWARE SSK IMAGESTATION**

5.1 Imagestation Photogrametric Management – ISPM.....	55
5.1.1 Edição do projeto.....	55
5.1.2 Definição dos parâmetros.....	56
5.1.3 Colocações usuais.....	57
5.1.4 Pontos usuais.....	58
5.1.5 Identificação da câmara.....	60
5.1.6 Dados da câmara.....	59
5.1.7 Coordenadas fiduciais.....	61
5.1.8 Edição dos pontos de controle.....	62
5.1.9 Edição das fotos.....	63
5.1.10 Edição do modelo fotogramétrico.....	64
5.1.11 Edição dos blocos.....	65
5.2 Imagestation Photogrametric Digital Mensuration – ISDM.....	66
5.2.1 Orientação Interior – OI.....	66
5.2.2 Orientação Relativa – OR.....	68
5.2.3 Orientação Absoluta – AO.....	70
5.3 Imagestation Feature Collection – ISFC.....	71
5.3.1 Criação das feições.....	71
5.3.2 Edição das feições.....	72
5.3.3 Main.....	72
5.3.4 Linear.....	73
5.3.5 Text.....	73
5.3.6 Pattern.....	73
5.3.7 Espaçamento.....	73
5.3.8 Digitalização.....	74
5.3.9 Point.....	74
5.4 Imagestation Stereo Display – ISSD.....	75
<b>6 RESULTADOS</b>	
6.1 Levantamento fotogramétrico.....	77
6.1.1 Restituição fotogramétrica da inscrição rupestre _ San-N-I-1.....	78

6.1.2. Restituição fotogramétrica das inscrições rupestres _ San-N-I-2 e San-N-I-3.....	<sup>x</sup> 79
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>81</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>84</b>
<b>9 ANEXOS.....</b>	<b>89</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 1</i> - Uma das fotografias da documentação da múmia do gelo.....	15
<i>FIGURA 2</i> - Sítio arqueológico de Hohler Stein e modelagem do objeto.....	16
<i>FIGURA 3</i> - Fotografias aéreas do sítio arqueológico.....	17
<i>FIGURA 4</i> - Lev. fotogramétrico do monumento arqueológico de Tonyukuk.....	18
<i>FIGURA 5</i> – Modelagem fotogramétrica 3D do castelo de Aigosthena.....	19
<i>FIGURA 6</i> – Documentação arqueológica.....	20
<i>FIGURA 7</i> – Localização do sítio arqueológico Santinho Norte.....	29
<i>FIGURA 8</i> – Inscrição rupestre.....	30
<i>FIGURA 9</i> – Inscrição rupestre (San-N-I-1).....	32
<i>FIGURA 10</i> – Inscrição rupestre (San-N-I-2) e (San-N-I-3).....	32
<i>FIGURA 11</i> – Equipamento para restituição fotogramétrica.....	34
<i>FIGURA 12</i> – Câmara Pentax PAMS 645.....	35
<i>FIGURA 13</i> – Filme Ektachrome 220.....	35
<i>FIGURA 14</i> – Tipo de marcação utilizada para sinalizar o ponto de controle.....	36
<i>FIGURA 15</i> – Scanner SCAI da ZEISS.....	38
<i>FIGURA 16</i> – Resumo do método empregado.....	40
<i>FIGURA 17</i> – Fase de teste na inscrição rupestre.....	42
<i>FIGURA 18</i> – Croqui esquemático da tomada das fotos.....	42
<i>FIGURA 19</i> – Levantamento fotogramétrico (San-N-I-1).....	44
<i>FIGURA 20</i> – Croqui esquemático do procedimento utilizado no lev. fotogramétrico.	45
<i>FIGURA 21</i> – Levantamento fotogramétrico (San-N-I-2) e (San-N-I-3) .....	46
<i>FIGURA 22</i> – Triangulação dos pontos.....	48
<i>FIGURA 23</i> – Croqui das distâncias dos pontos de controle – San-N-I-1.....	50
<i>FIGURA 24</i> – Croqui das distâncias dos pontos de controle – San-N-I-2 e San-N-I-3.	52
<i>FIGURA 25</i> – Edição geral do projeto.....	55
<i>FIGURA 26</i> – Definição dos parâmetros.....	56
<i>FIGURA 27</i> – Máximo sigma aceitável para OI, OR e AO.....	58
<i>FIGURA 28</i> – Pontos centrais utilizados na Orientação Relativa.....	59
<i>FIGURA 29</i> – Nome e tipo de câmara utilizada.....	60
<i>FIGURA 30</i> – Informações gerais sobre a câmara e o filme.....	61

<i>FIGURA 31</i> – Valores das marcas fiduciais.....	62
<i>FIGURA 32</i> – Valores dos pontos de controle.....	63
<i>FIGURA 33</i> – Edição das fotos.....	64
<i>FIGURA 34</i> – Edição do modelo fotogramétrico.....	65
<i>FIGURA 35</i> – Edição dos blocos.....	65
<i>FIGURA 36</i> – Seleção das fotos.....	67
<i>FIGURA 37</i> – Visualização das marcas fiduciais.....	67
<i>FIGURA 38</i> – Resíduos em relação ao sigma – OI.....	68
<i>FIGURA 39</i> – Marcação da orientação relativa dos pontos.....	69
<i>FIGURA 40</i> – Resíduos em relação ao sigma – OR.....	69
<i>FIGURA 41</i> – Orientação absoluta com seus pontos de controle.....	70
<i>FIGURA 42</i> – Resíduos em relação ao sigma – AO.....	71
<i>FIGURA 43</i> – Abertura do arquivo para a execução do ISFC.....	72
<i>FIGURA 44</i> – Modelo 3D a ser restituído – San-N-I-1.....	75
<i>FIGURA 45</i> – Modelo 3D a ser restituído – San-N-I-2 e San-N-I-3.....	75
<i>FIGURA 46</i> – Entrada para o MicroStation.....	77
<i>FIGURA 47</i> – Resultado fotogramétrico_San-N-I-1.....	78
<i>FIGURA 48</i> – Resultado fotogramétrico / isométrica_San-N-I-1.....	78
<i>FIGURA 49</i> – Resultado fotogramétrico / 3D_San-N-I-1.....	79
<i>FIGURA 50</i> – Resultado fotogramétrico_San-N-I-2 e San-N-I-3.....	79
<i>FIGURA 51</i> – Resultado fotogramétrico / isométrica_San-N-I-2 e San-N-I-3.....	80
<i>FIGURA 52</i> – Resultado fotogramétrico / 3D_San-N-I-2 e San-N-I-3.....	80

**LISTA DE TABELAS**

<i>TABELA 1</i> – Relação sítios arqueológicos e técnicas empregadas.....	29
<i>TABELA 2</i> – Anotações obtidas no levantamento da inscrição – (San-N-I-1).....	46
<i>TABELA 3</i> – Anotações obtidas no lev. da inscrição – (San-N-I-2) e (San-N-I-3).....	46
<i>TABELA 4</i> – Coordenadas - San-N-I-1.....	50
<i>TABELA 5</i> – Coordenadas - San-N-I-2 e San-N-I-3.....	52

## LISTA DE ESQUEMA

ESQUEMA 1 - Arqueologia (Ciências em Construção).....	12
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

**CTM** – Cadastro Técnico Multifinalitário.

**EMBRATUR** – Empresa Brasileira de Turismo

**FLORAM** – Fundação Municipal do Meio Ambiente

**3D** – tridimensional (x,y, z)

**IPHAN** – Instituto do Patrimônio Artístico Nacional

**CAD** – Computer Aided Design.

**ISDC** – Image Station DTM Collection.

**ISDM** – Image Station Digital Mensuration.

**ISFC** – Image Station Feature Collection.

**ISPM** – Image Station Photogrammetric Manager

**ISSD** – Image Station Stereo Display.

**AO** – Orientação Absoluta.

**OE** – Orientação Exterior.

**OI** – Orientação Interior

**OR** – Orientação Relativa

## RESUMO

Este trabalho aborda a utilização de técnicas efetivas da fotogrametria a curta distância e processamento digital de imagens como ferramentas de documentação e análise de sítios arqueológicos. Foi escolhido como estudo de caso o sítio arqueológico da praia do Santinho, localizado na cidade de Florianópolis (SC), o sítio em análise está localizado no lado Norte da praia. A opção por esta área em questão deve aos seguintes fatores que foram relevantes na sua escolha: pela facilidade de acesso, pela situação de desmazelo em que se encontram as inscrições e por ser o terceiro sítio arqueológico em número de inscrições rupestres na Ilha de Santa Catarina. O presente trabalho teve como elemento estruturador o uso da técnica da fotogrametria a curta distância na documentação arqueológica das inscrições rupestres, fornecendo assim um registro preciso da imagem. Para a realização deste trabalho foram utilizados: câmara analógica, semi-métrica PENTAX-Pams 645, devidamente calibrada; *scanner* de precisão Scai-Zeiss para filmes; *software* SSK para a restituição das imagens digitalizadas; *software* Microstation para edição das imagens.

**Palavras-chave:** fotogrametria a curta distância, arqueologia, inscrição rupestre.

## ABSTRACT

This work approaches the use of effective techniques of the close range photogrammetry and digital processing of images as documentation tools and analysis of archaeological sites. It was chosen as case study the archaeological site of the beach of Santinho, located in the city of Florianópolis (SC), the site in this analysis is located on the North side of the beach. The option for this area in subject owes to the following factors considered important in its choice: for the access easiness, for the negligence situation in that to meet the registrations and for being the third archaeological site in number of rock art in the Island of Santa Catarina. The present work will have as central element the use of the technique of the close range photogrammetry in the archaeological documentation of the rock art, supplying like this a necessary registration of the image. For the accomplishment of this work it was used: analogical camera and semi-metric PENTAX-Pams 645, properly gauged; scanner of precision Scai-Zeiss for films; software SSK for the restitution of the typed images; software Microstation for edition of the images.

Word-key: close range photogrammetry, archaeology, rock art.

Nos últimos anos tem se destacado a importância da preservação mundial de sítios arqueológicos, através das legislações internacionais de conservação dos mesmos.

As inscrições rupestres são um exemplo da importância de sítios arqueológicos, pois tem um papel fundamental na compreensão do nosso passado. Devem ser consideradas como uma mensagem, como meio de comunicação, é o legado escrito das comunidades pré-históricas, além de ser um elemento de auxílio na reconstrução e compreensão deste passado, gerando a possibilidade de entendimento do desenvolvimento da humanidade, pois através das inscrições é que se repousa a história do pensamento dos grupos pré-históricos. A inscrição rupestre é um elemento de contribuição na compreensão dos mecanismos ideológicos, psicológicos e religiosos das populações pré-históricas.

Vários são os fatores que põem em risco a conservação do patrimônio arqueológico, incluído as inscrições rupestres.

Os dados de documentação disponíveis nos órgãos responsáveis pela preservação do patrimônio histórico são na sua maioria dados bi-dimensionais, dados quantitativos e descritivos (em anexo). Porém essas informações são insuficientes para se realizar uma documentação precisa e detalhada das inscrições rupestres.

Nesta dissertação será enfocado o uso da fotogrametria a curta distância como ferramenta precisa da documentação arqueológica das inscrições rupestres. No qual se pretende uma documentação precisa de ordem milimétrica dos sulcos que compõem os grafismos, possibilitando assim, um cadastro arqueológico detalhado gerado pelos dados obtidos pela fotogrametria a curta distância. Dados que surgem como forma de suprir a deficiência de informações métricas dos sistemas cadastrais de documentação utilizados atualmente pelos arqueólogos. Que consiste basicamente em fotografias comuns, medições com trena da dimensão e profundidade dos sulcos e da reprodução com pincel atômico em uma folha de plástico transparente dos sulcos que compõem o grafismo.

Tento como estudo de caso o primeiro sítio arqueológico localizado no Santinho na parte Norte da Ilha de Santa Catarina.

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

É de conhecimento geral a situação de descaso e negligência em que se encontra grande parte dos sítios arqueológicos nas cidades brasileiras, reforçando a importância da documentação e preservação das inscrições rupestres. A importância da documentação e preservação das inscrições também estão diretamente relacionadas com a memória cultural e histórica de um povo, pois através da documentação é possível resguardar seus significados culturais, que testemunham modo de vida e experiências onde se materializam as relações sociais, funcionando como um elemento de identidade.

A memória cultural e histórica é fundamental à cidadania, em seu sentido mais pleno é onde ocorre a formação e participação múltipla na construção da cultura e da política de um espaço. As legislações internacionais e nacionais de preservação dos monumentos e sítios arqueológicos são a fundamentação da importância desta documentação. Considerando a recomendação do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), a proteção do patrimônio arqueológico é indispensável por permitir que arqueólogos e cientistas possam estudá-la e interpretá-la em nome das gerações presentes e futuras.

A praia do Santinho localizada na cidade de Florianópolis (SC) é a terceira localidade, em maior quantidade de inscrições rupestres com 110, sendo respectivamente a primeira e segunda localidade, a Ilha do Campeche e a Ilha dos Corais. As inscrições rupestres que serão analisadas estão localizadas no primeiro sítio arqueológico da praia do Santinho no lado norte, denominada San-N-I, foi escolhido devido a quantidade de inscrições rupestres encontradas no sítio, pela facilidade de acesso e pelas constantes agressões que estão sujeitas devido a negligência em que se encontra estas inscrições.

Conforme AGUIAR (2002), “as agressões mais comuns são a interferência de desenhos sobrepintados com tintas industriais diversas (como a tinta a óleo) ou a destruição da camada rochosa por uso de instrumentos cortantes, geralmente

empregados na tentativa de remover o grafismo para coleções particulares ou na busca de supostos tesouros escondidos por detrás dos símbolos, tesouros estes que nunca existiram”.

A documentação arqueológica das inscrições rupestres através da fotogrametria á curta distância possibilita uma medição precisa das imagens, de ordem milimétrica nas coordenadas (x, y e z).

A importância da fotogrametria como uma ferramenta de documentação cadastral arqueológica não se restringe somente à precisão. Permite também o estudo rigoroso do objeto após a perda total ou parcial do mesmo. Como também a realização de uma documentação sem o contato direto com o objeto, auxiliando assim, a sua preservação.

O levantamento fotogramétrico também permite produzir um modelo tridimensional do objeto analisado. A documentação tridimensional fornece medições exatas nas coordenadas (x, y, z). Através das medições obtidas pela documentação tridimensional é possível realizar análises comparativas dos resultados, entre duas imagens, que podem gerar novas diretrizes na interpretação das imagens.

Um exemplo possível através desta documentação, seria a existência ou não de uma ligação entre culturas adversas através da comparação dos dados extraídos da restituição fotogramétrica com outras inscrições pertencentes a outras culturas que estão localizadas em cidades, estados ou países distante.

A medição fotogramétrica também nos permite realizar um mapeamento e controle das causas que provocam o desgaste das inscrições, tais como erosão, esfoliamento e a concentração de pátina, matéria orgânica sobre a rocha.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

Demonstrar o potencial da fotogrametria á curta distância na área da arqueologia através da medição das inscrições rupestres. Através das medições, gerar um modelo tridimensional em meio digital.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- 1) Pesquisar exemplos internacionais da aplicação da fotogrametria a curta distância na arqueologia.
- 2) Utilizar a técnica da fotogrametria à curta distância nas medições arqueológicas.
- 3) Definir procedimentos de coleta de dados para se obter uma melhor utilização do software SSK ImageStation gerando o grau de detalhamento desejado, como ferramenta de documentação arqueológica.
- 4) Gerar um modelo tridimensional em meio digital das inscrições rupestres como forma de documentação precisa da mesma.
- 5) Restituir linhas e contornos arqueológicos através da modelagem espacial, representando a realidade das inscrições rupestres em meio digital.

## 1. 4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em 8 capítulos, distribuídos da seguinte forma:

Capítulo 1: o capítulo em questão, apresenta a introdução, justificativa e objetivos da dissertação.

Capítulo 2: estuda-se a fundamentação teórica do assunto, de modo a aprofundar e conhecer os temas a serem abordados na dissertação.

Capítulo 3: apresenta a área de estudo de caso e as inscrições rupestres existente no local.

Capítulo 4: é apresentado os materiais e métodos que foram utilizados para a realização da pesquisa.

Capítulo 5: expõem as etapas do processamento das imagens no restituidor fotogramétrico SSK Imagestation.

Capítulo 6: apresenta os resultados obtidos na restituição fotogramétrica das inscrições rupestres.

Capítulo 7: apresenta as conclusões, levando-se em conta o uso da fotogrametria na documentação arqueológica.

Capítulo 8: é apresentado as referencias bibliográficas utilizadas no decorrer do trabalho.

## 2.1 O cadastro técnico multifinalitário na arqueologia

De acordo com LOCH (1998), o cadastro técnico multifinalitário é definido como um sistema composto por três partes integrantes que são a “Medição, Legislação e a Economia”.

O cadastro multifinalitário é um sistema integrado de informações composto por dados diversificados, com o objetivo de preencher vários setores sócio econômico. É a base fundamental para a realização de um complexo e integrado inventário, pois representa um sistema de aquisição de informações preciso, rápido e detalhado.

O CTM pode ser um instrumento de documentação arqueológica, já que estabelece uma relação como os seguintes parâmetros.

- **Legislação:** O aspecto legal tem referência nas legislações internacionais e nacionais de preservação do patrimônio histórico e arqueológico. Tendo assim, uma ressalva legal da importância da conservação dos sítios arqueológicos.  
Deve-se ainda destacar o potencial da fotogrametria na questão legal, como ferramenta do cadastro técnico multifinalitário no processo de registro e medição por obter informações seguras e científicas do objeto fotografado.
- **Medição:** A fotogrametria a curta distância permite uma medição precisa e detalhada. Através do CTM é possível realizar um inventário minucioso do patrimônio arqueológico, fator primordial para uma documentação precisa.
- **Economia:** O aspecto econômico estabelece uma ação direta na especulação imobiliária e turística.

O sítio arqueológico é um patrimônio cultural que gera possibilidades de atrações turísticas, desenvolvendo assim, uma especulação imobiliária nos setores de hotéis, posadas e restaurantes.

O Instituto Brasileiro de Turismo (Embratur) identificou que as maiores atrações nacionais estão ligadas, pela ordem, aspectos culturais, religiosos e ambientais.

O turismo rupestre, como é definido por muitos, já tem sido implantado pelo Costão do Santinho através de visitas às inscrições rupestres além da implantação de uma infra-estrutura que incluem decks para acesso, mirantes, sinalização e treinamento de guias.

A exemplo, a prefeitura municipal de Florianópolis, através do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis e da fundação municipal do meio ambiente de Florianópolis (Floram) analisam a possibilidade de implantar o Parque Arqueológico e Astronômico da Bacia da Lagoa. O projeto do parque integra os sítios arqueológicos e o aspecto ecológico do meio como visitas às inscrições rupestres.

## **2.2 Fotogrametria**

Segundo LOCH et al (1998), Fotogrametria pode ser definida como a “ciência e a tecnologia de obter informações seguras à cerca de objetos físicos e do meio ambiente, através de processos de registro, medição e interpretação das imagens fotográficas”.

FRYER (1996), nos define a fotogrametria como uma composição da ciência e da arte, da ciência pelas implicações de leis matemáticas, físicas e químicas e da arte pela variação de resultados que são gerados pela sensibilidade do fotogrametrista.

Em comparação com outros procedimentos de coleta de dados em campo a fotogrametria possui as seguintes vantagens:

- o aumento da precisão;
- a informação da construção mais completa;
- custos reduzidos;
- tempo reduzido a campo;

- evita-se o retorno ao campo para obtenção de novos dados.

Estes benefícios são resultados da substituição de medidas de campo por medição das imagens.

A Fotogrametria pode ser classificada em Fotogrametria Terrestre ou Fotogrametria Área ou Aerofotogrametria. A Fotogrametria Área ou Aerofotogrametria são imagens obtidas por câmaras acopladas em aeronaves com o eixo ótico da câmara na vertical. A Fotogrametria Terrestre são utilizadas fotografias obtidas de estações fixas e de posições determinadas sobre o terreno, com o eixo ótico da câmara na horizontal.

### **2.3 Fotogrametria a curta distância**

A fotogrametria a curta distância se divide em fotogrametria a curta distância área e terrestre. É considerada por alguns autores, fotogrametria a curta distância, quando a distância câmara-objeto não ultrapassa 100 m na terrestre e 1.000 metros de altura de vôo na área.

Segundo COOPER e ROBSON (1996), “O termo fotogrametria a curta distância é usado para descrever a técnica quando a extensão do objeto é menor que 100m e as câmaras são posicionadas próximas a ele. Outras características tem sido associada com a fotogrametria de curta distância, que a fazem diferentes do mapeamento aéreo. As imagens são obtidas de posição de câmara por toda à volta do objeto. Os eixos das câmaras são paralelos somente em casos especiais; usualmente eles são muito convergentes, convergindo geralmente o centro do objeto”. “As coordenadas de pontos na superfície de um objeto são geralmente requeridas para haver alta precisão homogenia através do espaço do objeto. Há uma grande diversidade de problemas com medições que podem ser resolvidos utilizando esta técnica, adotando específica instrumentação e metodologias em cada caso particular, para produzir resultados com especificações conhecidas”.

Conforme KRAUS (1993), as aplicações mais importantes da fotogrametria a curta distância são:

- medições em edifícios antigos para fins de documentação e avaliação de estado de conservação;
- restauração de documentos históricos;
- medições em escavações arqueológicas;
- medições de criaturas vivas (biofotogrametria);
- perícia criminal;
- aplicação industrial em desenho automobilístico, controle de produção ou de montagem.

Para COELHO (2000), as técnicas de fotogrametria à curta distância associada a novas tecnologias de imagens digitais representam uma poderosa ferramenta para documentação e descrição de objetos, sendo vasto o mercado onde podem ser utilizadas. As metodologias são desenvolvidas em cada caso particular, através da análise e controle das variáveis envolvidas.

## **2.4 Fotogrametria Digital**

A fotogrametria digital pode ser conceituada como o uso de sistemas computacionais no processamento das informações referentes à restituição fotogramétrica das imagens, tendo como nova ferramenta na automatização do processo a câmara digital. O método convencional de realizar operações com a fotogrametria tradicional consiste em utilizar filmes (positivo ou negativo), porém a fotogrametria digital utiliza imagens armazenadas em computadores na forma de pixels. KRAUS (1993).

De acordo com KARARA (1989), “fotogrametria digital é um processo seqüencial onde as fotografias analógicas são primeiramente digitalizadas ou as imagens são diretamente adquiridas por meio de câmaras digitais, então os dados digitais são processados em computadores sem assistência humana direta”.

Conforme o mesmo autor “A característica que mais distingue a imagem digital, se comparada com a imagem analógica de tons contínuos, é que esta é formada por um

conjunto de discretos, muito pequenos, mais finitos, elementos de imagem ou pixels. Cada pixel é essencialmente uma área quadrada de, por exemplo, 25x25 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) em densidade uniforme. Sendo assim, as medições nas imagens digitais são comumente expressas em termos de pixels ou fração destes”.

Segundo JAUREGUI (2000), “A forma de se obter uma imagem digital pelo uso do scanner é ainda preferível a câmara digital, porque se escanear um aplicação pode-se ter um grande número de pixels, assim a imagem final pode ser imprimida na escala 1:50 ou 1:25 sem perda de detalhes”.

Um ponto decisivo nos resultados da fotogrametria digital, no caso de imagens digitalizadas, é a qualidade do scanner. É fundamental que as imagens sejam digitalizadas em scanner que tenham a resolução indicada, além de uma precisão radiométrica e mecânica. MELLO (2002).

A explicação do porque utilizar imagens digitais é no caso dos trabalhos executados pela fotogrametria a curta distância a força motriz na aceitação dos sistemas digitais esta na flexibilidade e baixo custo. DOWMAN (1996).

O mesmo autor salienta algumas vantagens do uso das imagens digitais são:

- As imagens podem ser vistas e medidas em computadores sem necessidade de equipamentos ópticos-mecânicos;
- os sistemas de medição são estáveis e não necessitam de calibração;
- pode ser aplicado o melhoramento das imagens;
- pode ser aplicada automatização;
- as operações podem ser realizadas em tempo real, ou próximo.

PHILIPS (1996), cita que a velocidade dos computadores aumenta a cada momento, enquanto o custo de equipamentos e de gravação de dados diminui. Dessa forma, cada vez mais novas aplicações de processos digitais são feitas na área da Fotogrametria, uma vez que equipamentos sofisticados, de alto custo e difícil manutenção, são substituídos pelos mais simples.

A facilidade e velocidade de aquisição de dados, as capacidades em tempo real, o alto grau de automação e a adaptabilidade para solicitações diversas, fazem a fotogrametria à curta distância digital uma ferramenta viável de medições para um grande número de aplicações na ciência, arte e indústria. O emprego de técnicas fotogramétricas digitais para a documentação de imagens de edificação e objetos é utilizada pela rapidez com que os dados são recuperados, permitindo que sejam avaliadas as condições de conservação e possíveis soluções para problemas existentes, além do custo para utilização desta técnica, que dispensa câmaras fotogramétricas de preço relativamente alto, utilizando câmaras de pequeno formato. GRUEN (1996).

A fotogrametria digital é uma ferramenta inovadora de registro sendo requerida internacionalmente nos levantamentos fotogramétricos, devido à precisão obtida em medições tridimensionais sem contato, possibilitando a criação de modelos digitais em 3D. Os dados tridimensionais adquiridos podem ser exportados para sistemas de representação gráfica, tais como CAD, MicroStation, SIG e etc.

Segundo COELHO (2000), “Alguns destes recentes desenvolvimentos incluem o baixo custo de sistemas fotogramétricos digitais, a análise de série de imagens, ao ajustamento de blocos por feixes de raios, procedimentos de calibração de câmara e o laserscanner 3D”.

De acordo com MELLO (2002), A precisão da fotogrametria digital depende de vários fatores:

- Escala da imagem; (obtida com filme)
- tamanho do pixel;
- qualidade da imagem;
- conteúdo da imagem;
- precisão e visibilidade dos pontos de controle;
- relação base / altura de vôo;
- habilidade do operador para operações não automáticas.

## 2.5 Arqueologia

A origem da palavra arqueologia vem do grego que significa – conhecimentos dos primórdios ou relatos das coisas antigas.

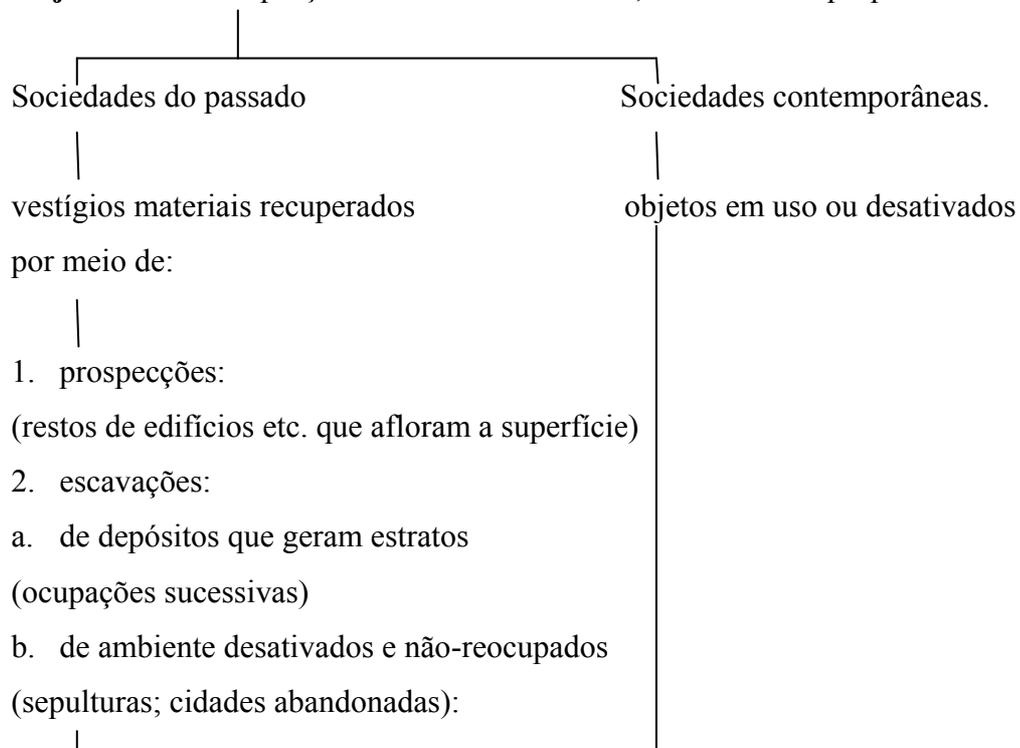
A arqueologia estuda a cultura material que através dela procura compreender as relações sociais e as transformações na sociedade, em qualquer época, passada ou presente.

Segundo FUNARI (2003), “A arqueologia estuda, diretamente, a totalidade material apropriadas pelas sociedades humanas, como parte de uma cultura total, material e imaterial, sem limitações de caractere cronológico”.

O mesmo autor ilustra com um esquema das relações entre o objeto de estudo e o objetivo da arqueologia.

### ESQUEMA 1 - Arqueologia (Ciências em Construção)

**Objeto de estudo:** porção da totalidade material, socialmente apropriada.



**Objetivos:** sociedades humanas (funcionamento e transformações).

## **2.6 Patrimônio Arqueológico**

O patrimônio arqueológico compreende a porção do patrimônio material para a qual os métodos da arqueologia fornecem os conhecimentos primários. Engloba todos os vestígios da existência humana e interessa todos os lugares onde há indícios de atividades humanas, não importando quais sejam elas; estruturas e vestígios abandonados de todo tipo, na superfície, no subsolo ou sob as águas, assim como o material a eles associados. (Carta de Lausanne – [www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br)).

## **2.7 Fotogrametria X Arqueologia**

A aplicação da fotogrametria no campo arqueológico é atualmente bastante numerosa, porém ainda não alcançou o nível global de aplicação para qual poderia ter sido esperada alguns anos atrás. A aplicação e vantagens da fotogrametria na análise de dados obtidos ou simplesmente na documentação de um monumento histórico ou sítio arqueológico são quase totalmente desconhecidos pela maioria dos profissionais das áreas da arqueologia, história, arquitetura.

Segundo DALLAS (1996), Os arqueólogos foram alguns dos melhores clientes para a fotogrametria. A área da arqueologia pode ser considerada porém mais como uma alternativa especializada da fotogrametria a curta distância.

Em comparação ao método arqueológico tradicional de levantamentos de dados, que consiste em utilizar uma grade de metro quadrado em cima da área de escavação e registrar o detalhe graficamente, a fotogrametria a curta distância possui larga vantagem.

De acordo com JAUREGUI (2000), “A principal vantagem da fotogrametria a curta distância quando comparada com os levantamentos convencionais, em que ângulos e distâncias são medidas, é a sua capacidade de representação até mesmo dos menores detalhes da estrutura sujeita a levantamento. (...) A finalidade do levantamento fotogramétrico é fornecer detalhes e precisão sobre a forma, tamanho e posição de uma

estrutura específica ou monumento num dado momento, para avaliação de suas atuais condições e aspectos”.

Na documentação arqueológica pictográfica, o levantamento fotogramétrico é um dos métodos mais completos no registro de cores e textura. Este cadastro é gerado sem o contato direto com a pintura, auxiliando assim, a sua preservação. Além disso, as informações obtidas através da documentação fotogramétrica arqueológica podem ser verificadas mesmo após a perda parcial ou total do objeto.

O mesmo autor cita que podem existir dois tipos de levantamentos fotogramétricos diferentes: levantamentos gerais e levantamentos detalhados.

Os levantamentos gerais são efetuados para representar a forma do monumento ou sítio, de uma maneira geral, apenas mostrando as linhas principais. Estes levantamentos são usados em trabalhos preliminares de restauração ou estudo do inventário.

Os levantamentos detalhados são completos e precisos, usados na documentação sistemática. Seu objetivo é produzir todas as informações geométricas necessárias à documentação ou restauração. Estes levantamentos têm que ser finalizados com alta precisão.

A estrutura de aquisição dos dados fotogramétricos deve ser definida antes de se obter as fotografias com a colaboração dos especialistas, arquitetos, arqueólogos ou restauradores. VÖGTLE et al. (2003).

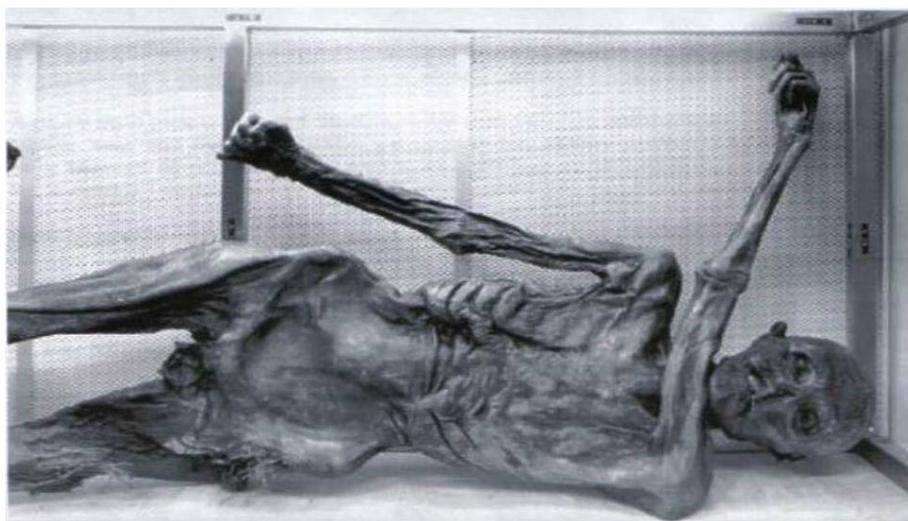
## **2.8 Modelos de aplicação internacional da fotogrametria na arqueologia.**

### **2.8.1 Documentação da Múmia do Gelo (Iceman) Ötzi. – Áustria.**

Ötzi é a múmia mais velha do mundo. É um homem da Idade do Bronze que morreu há 5.000 anos atrás e foi encontrado nas montanhas dos Alpes entre a Itália e a Áustria. A Universidade de Innsbruck na Áustria executou a documentação

fotogramétrica prévia da múmia de Ötzi para investigações futuras devido a possível destruição ou danificação da superfície corporal da mesma.

O registro fotogramétrico foi feito usando uma máquina fotográfica métrica LINHOF, montada sobre um estereoscópico com 40cm de base. Os executores da aquisição fotogramétrica tiveram que utilizar máscaras cirúrgicas em uma sala com baixa temperatura. A temperatura não pode exceder 18° C. e a umidade deve ser mantida em torno de 70%. O homem do gelo teve que ser deitado sobre cubos de gelo para conservar a temperatura e a umidade estável. Foi planejado 8 posições diferentes da múmia na realização do levantamento fotogramétrico, foi utilizada a luz fria para prevenir proliferação por germes ou fungos também não foi permitido a utilização de flash.



*FIGURA 1* - Uma das fotografias da documentação da múmia do gelo. Hanke (2000).

A câmara métrica LINHOF tem uma distância focal de 90mm foi utilizado um filme 4" X 5". As fotos forma digitalizadas e armazenadas no Photo CD Kodak com uma resolução de 4096 x 6144 pixels para um futuro processamento digital. HANKE (2000).

### 2.8.2 Documentação de Hohler Stein. – Áustria.

Hohler Stein esta localizada perto de Vent (município de Sölden, em Tyrol, Áustria), é uma grande pedra, um acampamento onde os homens pré-históricos, por volta de VI / V milênio a.C., utilizavam para fazer fogo e ferramentas. Esta é uma evidência para o fato de que os Alpes foram explorados por caçadores, coletores e pastores pré-históricos.

Com o objetivo de documentação e futura criação de um modelo para exibição em museus arqueológicos gerou-se um modelo 3D preciso da pedra. Os dados fotogramétricos foram tomados com uma máquina fotográfica de pequeno formato calibrada e equipada com uma luz forte, devido o sitio arqueológico estar situado a 2.050 m acima do nível do mar. Foram necessário 22 fotos para cobrir todos os lados do objeto. Os 576 pontos 3D foram medidos através de um programa de ajustamento para representar a superfície da rocha, e as faces da mesma foram definidas entre os pontos da superfície. Para representar o contorno da pedra foi necessário gerar a intersecção das curvas do modelo 3D com planos horizontais. HANKE (2000).

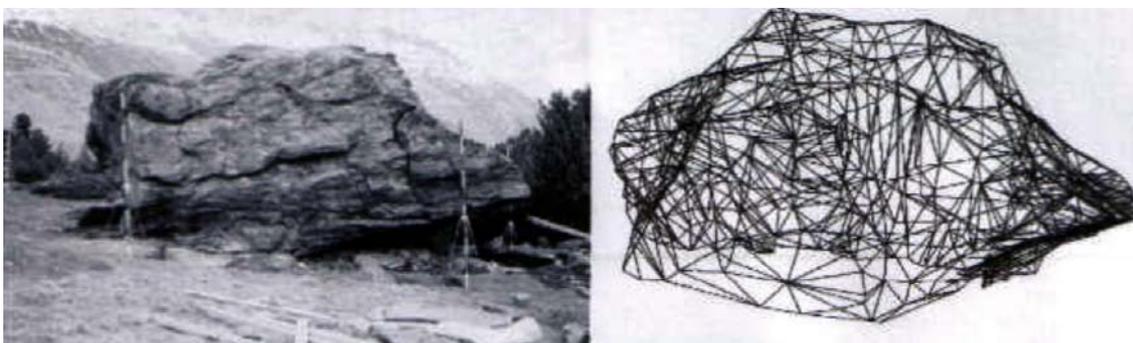


FIGURA 2 - Sitio arqueológico de Hohler Stein e modelagem do objeto. Hanke (2000)

### 2.8.3 Levantamento arqueológico das ruínas de Mucuño. – Venezuela.

O levantamento arqueológico das ruínas da cidade de San Antonio de Mucuño foi realizado pela Universidade de Los Andes (Venezuela). Foi utilizada uma câmara Hasseblad 553, com lentes com distância focal de 40mm, o filme foi o Kodak Vericolor,

equipado com um intervalômetro de fabricação própria, ajustado em um aeronave Cessna 182.

Devido o sítio arqueológico estar situado em uma zona fechada e sujeita a vento fortes, foi necessário realizar o vôo as 10:00 hs com a desvantagem de se ter sombra sobre as ruínas. Foram tomadas duas faixas com 5 fotografias cada, em 2.000m de altitude e uma escala de 1:15.000.

A partir do levantamento fotogramétrico, através de fotografias aéreas de pequeno formato, foi possível realizar a documentação precisa das ruínas da cidade arqueológica de San Antonio de Mucunõ. JAUREGUI (2000).



*FIGURA 3* - Fotografias aéreas do sítio arqueológico. Jauregui (2000).

#### **2.8.4 Documentação arqueológica nos monumentos de Tonyukuk. – Turquia.**

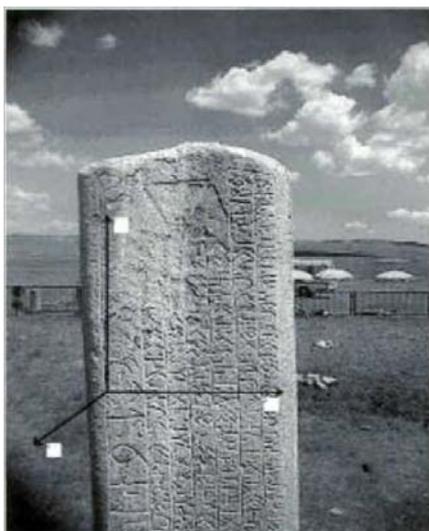
Os monumentos de Tonyukuk estão localizados na área de Bayn Tsydo na Mongólia, os monumentos arqueológicos consistem em estatuas e duas inscrições com 4 faces que foram construídas por Bilga Tonyukuk em (732-734) que foi Vizir do II Kokturk Khans.

O levantamento fotogramétrico foi realizado pelo departamento de Geodésia e Fotogrametria da Universidade Selcuk na cidade de Konya – Turquia. O objetivo deste estudo foi obter com a fotogrametria a documentação do trabalho de arte do monumento

arqueológico de Bilga Tonyukuk e analisar o seu estado de conservação. O trabalho de documentação fotogramétrica mostra um suporte para o trabalho de restauração. Além disso, determinou o real estado de conservação antes de ser transferido para o interior do museu situado cerca de 500m de distância.

As fotografias foram tomadas com uma máquina fotográfica digital Rollei D7 e uma câmara ótica Leica R5. Os pontos de controle terrestre foram selecionados ao lado da obra de arte e medidos por restituição fotogramétrica. Os pontos foram medidos pela Estação Total Sokkisha Power set 2.000. A restituição fotogramétrica foi determinada pelo software Pictran (Technet GmbH, Alemanha) e o software Photomodeller.

Devido à profundidade insuficiente das inscrições, as fotografias foram tomadas somente com duração e posição satisfatória da luz solar, possibilitando assim, a visualização das escrituras das inscrições. Os pontos de controle foram marcados em quantidade apropriada para o ajustamento e cobertura de todos os lados. As fotografias foram tomadas à cerca de 2m de distância. As restituições fotogramétricas das inscrições foram avaliadas pelo Software Pictran. A restituição fotogramétrica das estatuas foram determinadas pelo Software Photomodeller. O resultado das restituições fotogramétricas, os desenhos foram transferidos para o Autocad.



*FIGURA 4* – Lev. fotogramétrico do monumento arqueológico de Tonyukuk.

Yildiz (2003)

A restituição fotogramétrica das obras do monumento arqueológico de Bilga Tonyukuk obteve um grande sucesso. Com exceção de duas inscrições, todas as outras partes foram transferidas para o museu, possibilitando a preservação das inscrições arqueológicas do severo inverno na Mongólia, além de gerar, através da documentação fotogramétrica, a possibilidade de uma pesquisa mais rigorosa por partes dos historiadores, arqueólogos, pesquisadores de lingüística e arquitetos. YILDIZ (2003).

### **2.8.5 Documentação da cidade arqueológica grega de Aigosthena. - Grécia**

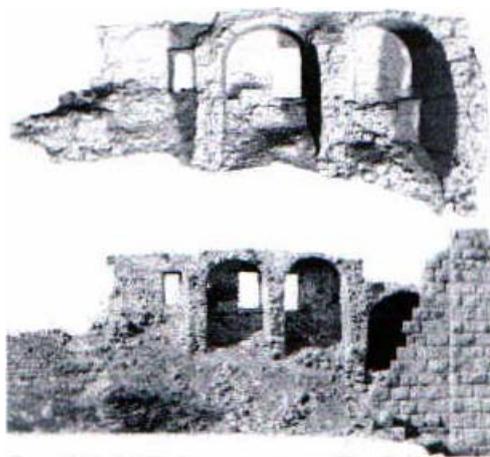
Foi realizada a fotogrametria arqueológica do castelo grego em Aigosthena, (300 d.C) severamente danificado no terremoto de 1.981. O castelo esta situado em uma rocha íngreme, cercado por árvores.

A fotogrametria nos locais arqueológicos combina precisão geométrica com detalhes visuais, relativos aos danos físicos, gerado uma base satisfatória para a conservação e planejamento de restauração.

Foi utilizada uma câmara fotográfica Fuji, não métrica e de médio formato, com uma lente de 45 mm de abertura angular.

Os autores pré calcularam a distorção, com a correção foi possível obter resultados satisfatórios e triplicou a precisão do mesmo.

Foram obtidas 06 imagens para os 68 pontos de controle, ocorreu um erro de distorção de 1.3cm (2.1cm sem a correção da distorção).



*FIGURA 5 – Modelagem 3D do castelo de Aigosthena. Mavromati (2003).*

Conclui-se que o uso de câmaras fotográficas não métricas permitiu a obtenção de produtos fotogramétricos precisos, mesmo em casos de superfícies íngremes. E relativo a modelagem 3D, a fotogrametria permitiu uma representação fiel da superfície analisada. MAVROMATI (2003).

### **2.8.6 Documentação arqueológica do Castelo da Torre de Garcia D' Ávila. – Brasil.**

O objetivo deste trabalho é a criação de um protótipo de arquivo fotogramétrico de monumentos e sítios com a inclusão no modelo de cadastro do Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN). A criação do cadastro fotogramétrico no arquivo nacional viabiliza a documentação e proteção do Patrimônio Histórico e Cultural do Brasil.

A documentação do sítio arqueológico do Castelo da Torre de Garcia D'Avila, localizado na Bahia, incluía o registro de 02 muros, 01 esqueleto e 01 arco (possível passagem sob uma parede do Castelo).

Para o levantamento fotogramétrico foi utilizada uma câmara digital – Kodak DC 210, resolução 1152 X 864 pixels, com distância focal 29mm. O processamento das imagens foi usado o Sistema Fotogramétrico Digital da LHSystems, o SocetSet v 4.2.1.

O levantamento fotogramétrico passou por três etapas: aquisição dos dados, processamento das imagens e restituição.



*FIGURA 6* – Documentação arqueológica. Pires (2003).

Para os arqueólogos, o produto fotogramétrico fundamental é a restituição, pois os detalhes quase sempre necessitam de informações 3D, possibilitado pelo levantamento fotogramétrico. PIRES (2003).

## **2.9 As sociedades pré-coloniais na Ilha de Santa Catarina.**

Foram três sociedades distintas que habitaram a Ilha de Santa Catarina antes da colonização em períodos diferentes. São definidas como:

***Pescadores, Caçadores e Coletores:*** Grupo também conhecido como sambaquieiros, foram os responsáveis pela construção da maioria dos sambaquis, palavra de origem Guarani que significa monte de conchas. Os vestígios mais remotos apontam para 5.000 anos passados.

Os sambaquis eram o local de moradia deste grupo, formada pelo acumulo de restos faunísticos como conchas de moluscos, ossos de animais de peixes, aves e animais terrestres.

De acordo com PROUS (1992), “Santa Catarina contava com os maiores sambaquis do mundo, muito dos quais chegavam a atingir 30 metros de altura”.

Infelizmente muitos sambaquis foram destruídos devido a fabricação de cal, por serem ricos em cálcio, em consequência da expansão urbana.

***Itararés:*** A evidência da existência deste grupo se teve por volta do século X, como a sociedade anterior, os Itararés se utilizavam a pesca, a caça e da coleta de molusco como forma de subsistência. Porém este grupo se diferencia por ser ceramista e a cerâmica produzida tinha o caráter utilitário.

Assim, como os pescadores, caçadores e coletores sepultavam seus mortos na própria habitação.

***Guarani:*** Também conhecidos como Carijós, o grupo migrou para a Ilha no século XIV. Entre as culturas citadas, esta foi à sociedade que teve contato como os primeiros colonizadores europeus da Ilha de Santa Catarina. Este contato ocasionou de

forma gradativa a sua extinção, porém também, permitiu um maior número de referências bibliográficas, devido os relatos dos cronistas da época.

Eram habilidosos ceramistas e sua subsistência provia da pesca, caça e pratica da agricultura, uma característica peculiar deste grupo. Cultivavam a mandioca, inhame, milho, amendoim e pimenta.

Alguns alegam a autoria das inscrições rupestres aos Guaranis, devido ao tema ser semelhante ao encontrado em vasos pintados pelo grupo.

De acordo com PROUS (1992), “Não achamos o argumento suficiente; ao contrário, verificamos que algumas das ilhas com gravuras encontram-se longe do litoral (Arvoredo, a 12 quilômetros da Ilha de Santa Catarina, e 17 do continente) e sabemos, pelos cronistas, que os Guaranis, recentemente chegados à costa, não iam mais do que duas milhas mar adentro. Um outro argumento, é que o motivo de ondas se encontra gravado em vários ossos de baleias retirados dos sambaquis. Em duas das ilhas mais isoladas temos inclusive, prova da presença de antecessores dos Guaranis, que lá deixaram um sambaqui e um ‘acampamento’”.

## **2.10 Inscrição Rupestre.**

A palavra rupestre vem do latim (rupes-is) que significa rochedo, se refere a obras fixas. As inscrições rupestres se manifesta, de duas forma basicamente:

***Pictoglifos:*** São pinturas feitas a partir da extração de pigmentos de matéria orgânica natural. Podendo ser ainda classificados em monocromicas (uso de uma só cor na composição do grafismo) ou policromicas (na composição do grafismo foi empregado mais de uma cor).

***Petroglifos:*** São grafismos executados como auxilio de um instrumento. Os petroglifos são divididos em duas formas de execução:

a) **picoteamento**: técnica de embate, obtida através da percussão repetida em uma superfície por um batedor.

b) **polimento**: técnica abrasiva, resultado do atrito de um instrumento contra a rocha.

Muitas bibliográficas se referem à inscrição rupestre como *arte rupestre*, porém deve ser esclarecido o significado arte neste contexto.

Conforme PROUS (1992), “devemos considerar a palavra arte neste contexto como uma simples aproximação, lembrando aliás que arte e artista tem a mesma raiz latina que artesanato.”

Segundo o mesmo autor “não entender os grafismos indígenas ou julgar primitivos em termos de beleza não desconsidera as inscrições como uma forma de expressão cultural”.

Não deve-se deixar de salientar a importância das inscrições rupestres, por representar os únicos vestígios deixados de forma consciente e voluntariamente, pelas sociedades pré-históricas.

De acordo com SEDA (1995), “A inscrição rupestre pode concorrer de forma bastante positiva para isto: a interpretação entre aquilo que está representada nas paredes e aquilo que é exumado pode levar, com maior facilidade, à compreensão dos mecanismos adaptativos e ideológicos das populações pré-históricas. Reconstrução do contexto pré-histórico: esta é, sem dúvida, a contribuição fundamental que podemos tirar da inscrição rupestre”.

A inscrição rupestre é o testemunho voluntário e consciente do pensamento do homem pré-histórico.

Conforme AGUIAR (2002), “A melhor maneira de preservar a inscrição rupestre continua sendo o emprego de uma política de educação cultural, incentivando o público a conhecer e respeitar o patrimônio”.

## 2.11 Legislação de preservação arqueológica.

Segundo KERN (1995), “É muito comum à observação diária de uma série de atividades destrutivas para os testemunhos arqueológicos: construção de pontes, edifícios, barragens, hidroelétricas, realizadas tanto pelos arados e tratores, como pelas pás e escavadeiras... Nas atividades antrópicas, é uma constante não haver a menor preocupação em salvar o patrimônio arqueológico, quase sempre deslocado de seu contexto original e jogado à parte como lixo ou entulho, num descaso irresponsável”.

As constantes ameaças à preservação do sítio arqueológico, como acima citado, foram a base para a criação das legislações internacionais de preservação arqueológicas.

Serão citadas as principais legislações internacionais de preservação arqueológica; que poderão ser encontradas na íntegra no site do Iphan.

- A Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciências e a Cultura, reunida em Nova Delhi, no dia 5 de novembro de 1956, garante a preservação dos monumentos e obras do passado, possibilitando que os vestígios arqueológicos sejam estudados, preservados e coletados.

Nesta conferência foram definidos os princípios gerais de proteção ao patrimônio arqueológico, o regime das pesquisas e a colaboração internacional, o comércio de antiguidades, pesquisas em território ocupado e acordos bilaterais.

- A carta de Veneza, publicada em 1964, recomenda a realização de atividades arqueológicas antes e durante as atividades no sítio histórico.
- O documento da Convenção do Patrimônio Mundial, realizada no ano de 1.972 na cidade de Paris, publica as recomendações da UNESCO, relativas à proteção do patrimônio cultural e tornava a destacar a importância dos sítios arqueológicos.
- O ICOMOS cria a Carta Internacional para a proteção e a gestão do patrimônio arqueológico em Lausanne (Suíça) em 1.990. No qual estabelece

meios de ação para a preservação arqueológica, através de metodologias e teorias pertinentes e explicita os critérios e objetos de intervenção.

As legislações internacionais nos ilustram a preocupação de órgãos internacionais como o ICOMOS e UNESCO, com a preservação do patrimônio arqueológico, pois através da compreensão deste patrimônio e conseqüentemente da preservação, é possível entender o passado histórico.

## **2.12 Legislação de preservação arqueológica brasileira.**

A legislação brasileira salienta a importância da preservação do patrimônio arqueológico através de leis, portarias e decretos que foram instituídas no decorrer dos tempos.

De acordo com KERN (1995), “O patrimônio dos sítios arqueológicos brasileiros e sul americano, esta atualmente sendo submetido a uma sistemática destruição”.

Conforme o mesmo autor, “Este sistemático aniquilamento da documentação arqueológica e de construções parcialmente conservadas do passado, cada vez mais toma o aspecto de um processo irremediável”.

Serão citadas as principais leis, portarias e decretos que foram sancionadas para eliminar a ameaça de destruição dos sítios arqueológicos; que poderão ser encontradas na íntegra no site do Iphan.

- Decreto-lei nº 25 de 30 de novembro de 1.937. Constitui o patrimônio histórico e artístico nacional todo imóvel ou bens que tenha valor histórico quer por seu valor arqueológico, etnográfico, bibliográfico ou artístico. Estes bens serão integrados num dos 04 livros do tomo.

- Lei nº 3.924 de 26 de julho de 1.961. Dispõem sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Será considerado crime contra o patrimônio nacional a destruição ou mutilação do patrimônio arqueológico.

Consideram-se monumentos arqueológicos ou pré-históricos.

a) as jazidas de qualquer natureza, origem ou finalidade, que representem testemunhos da cultura dos paleoameríndios do Brasil, tais como sambaquis, montes artificiais ou tesos, poços sepulcrais, jazidos, aterrados, estearias etc.

b) os sítios nos quais se encontram vestígios positivos de ocupação pelos paleoameríndios, tais como grutas, lapas e abrigos sob rocha.

c) os sítios identificados como cemitérios, sepulturas ou locais de pouso prolongado ou de aldeamento "estações" e "cerâmicos", nos quais se encontram vestígios humanos de interesse arqueológico ou paleoetnográfico.

d) as inscrições rupestres ou locais como sulcos de polimentos de utensílios e outros vestígios de atividade de paleoameríndios.

- Constituição de 05 de outubro de 1.998.

Artigos referentes ao patrimônio cultural brasileiro.

Artigo 23<sup>o</sup> – Protege os bens de valor histórico, artístico e cultural e os sítios arqueológicos.

Artigo 216<sup>o</sup> – Constituem o patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

V – os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

- Portaria nº 07 de 01 de dezembro de 1.998.

Sentencia a urgência de fiscalização os bens arqueológicos e pré-históricos e considera a lei nº 3.924 de 26 de julho de 1.961 à proteção do Poder Público pela Secretaria do Patrimônio Histórico, Artístico Nacional (SPHAN).

**3.1 Localização.**

Para se realizar a pesquisa foi escolhido o primeiro sitio arqueológico da praia do Santinho situado no lado Norte. O Santinho é uma praia localizada no lado nordeste do município de Florianópolis (SC), fica oposta à Praia dos ingleses e dela separada meio quilômetro, por dunas móveis.

A área de estudo será denominada (San-N-I), que significa respectivamente Santinho - Norte - sitio arqueológico I.

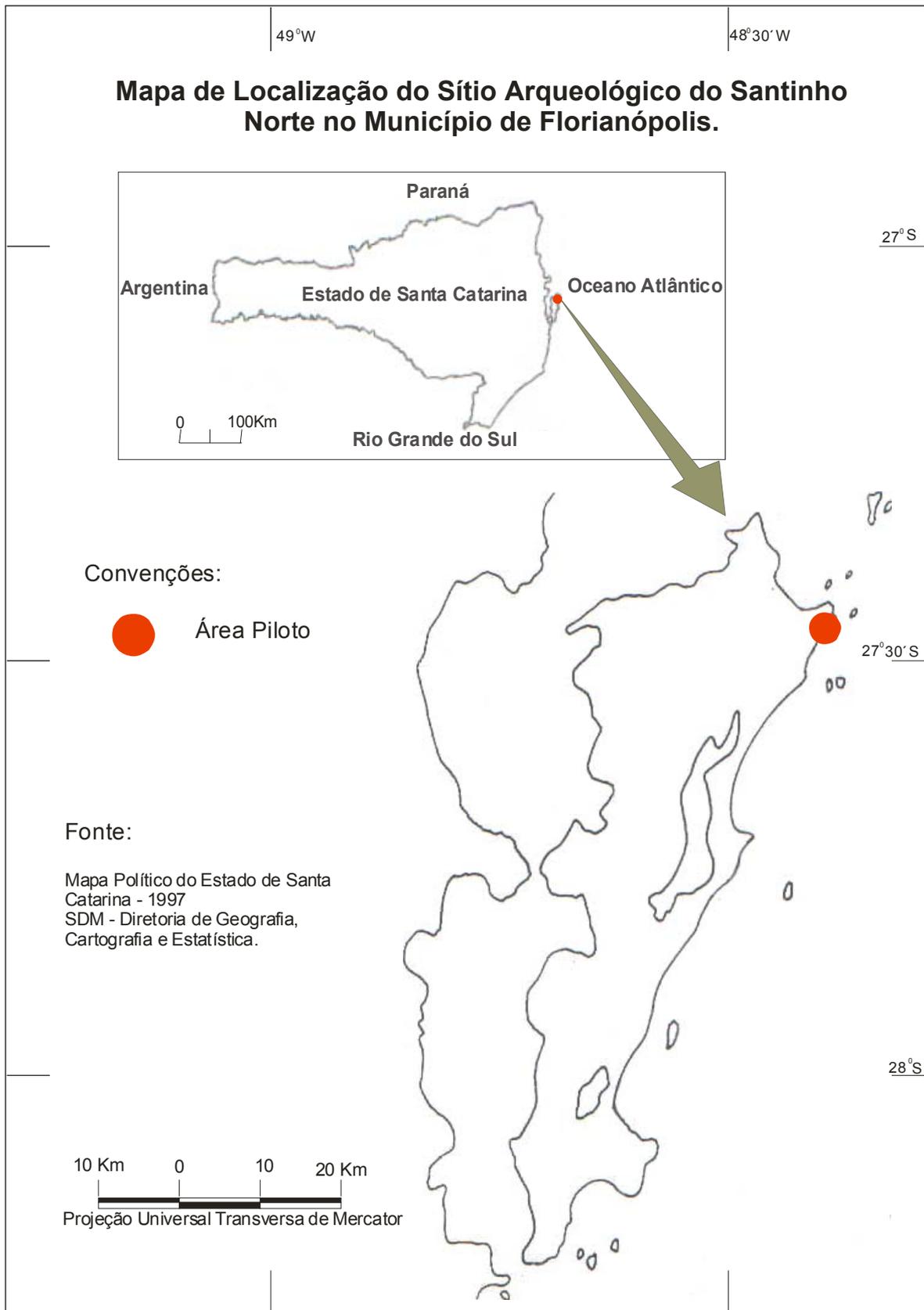


FIGURA 7 – Localização do sítio arqueológico Santinho Norte.

Elaborado por: Ana Alice Miranda Duarte.

### 3.2 As inscrições rupestres na praia do Santinho.

A praia do Santinho tem o seu nome derivado de um petroglifo de forma antropomórfica gravado em um bloco de diabásio, onde o povo simples tributava culto acendendo velas no local. O petroglifo que acabou sendo denominado de “santinho” foi removido pelo arqueólogo João Alfredo Rohr e transportado para o Museu do homem do Sambaqui, localizado no Colégio Catarinense, porem atualmente seu paradeiro é desconhecido.

A Ilha do Campeche e a dos Corais são respectivamente as localidades em maior quantidade de inscrição rupestre, a praia do Santinho é a terceira com 110 grafismos.

A rocha de diabásio foi a superfície aonde foram concluídos os petroglifos dos sítios arqueológicos da praia do Santinho.

As inscrições rupestres da praia do Santinho estão divididas em três sítios arqueológicos, dois localizados no lado norte e um no lado sul. O sitio arqueológico do lado sul (San-S-I) possui 14 inscrições rupestre, o lado norte é dividido em (San-N-I) e (San-N-II), que possuem respectivamente 22 e 74 inscrições rupestres.



*FIGURA 8* – Inscrição rupestre.

A técnica predominante é o polimento, das 110 inscrições rupestres, 90 foram feitas por polimento, 17 pela técnica do picoteamento e 3 com ambas as técnicas.

<i>Localidade</i>	<i>Sítio</i>	<i>Polimento</i>	<i>Picoteamento</i>	<i>Picot./ Polim.</i>	<i>Total</i>
Santinho	San-S-I	14	0	0	14
	San-N-I	21	1	0	22
	San-N-II	55	16	3	74
		90	17	3	110

*TABELA 1* – Relação sítios arqueológicos e técnicas empregadas.

Autor: Aguiar (2002).

O elemento tipológico predominante é a variação de círculos, prevalecendo em seguida triângulos em series, séries de pontos, linhas paralelas onduladas e figura antropomórficas.

### **3.3 Estudo das inscrições rupestres analisadas.**

As inscrições rupestres que são analisadas na presente dissertação são petroglifos, localizados no sítio arqueológico da praia do Santinho no costão norte (San-N-I). Foram executadas em uma rocha de diabásio utilizado a técnica de polimento.

A inscrição rupestre, (San-N-I-1) (figura 9), que significa respectivamente Santinho-Norte-sítio arqueológico I e Imagem 1.

Direcionada para o lado Sul é a primeira inscrição encontrada logo na subida do costão, devido o acesso fácil não se encontra em bom estado de conservação.

Sua forma é descrita por muitos como ampulheta, composta por 8 linhas onduladas paralelas, que se encontra nas extremidades superior e inferior. As 4 linhas da esquerda possuem ondulações opostas às 4 linhas da direita. São encontradas em outros sítios arqueológicos variações no formato e no tamanho deste petroglifo.



*FIGURA 9* – Inscrição rupestre (San-N-I-1).

Os outros petroglifos analisados nesta dissertação se encontram em um único paredão de diabásico. No qual é composto por duas inscrições separadas.

A primeira inscrição rupestre (San-N-I-2) (figura 10), que significa respectivamente Santinho-Norte-sítio arqueológico I e Imagem 2, é descrita por muitos como rede. Sendo composta por quatro linhas horizontais e dez linhas verticais, que a partir dos encontros dessas linhas formam quadriláteros.

Dez centímetros abaixo encontra-se a outra inscrição rupestre (San-N-I-3) (figura 10), sua denominação significa respectivamente Santinho-Norte-sítio arqueológico I e Imagem 3. Este ideograma é composto por paralelas onduladas verticais, que formam séries com ondulações de fases inversas, sendo que os espaços vazios existentes no meio das séries, são atravessados por retas horizontais.



*FIGURA 10* – Incrições rupestres (San-N-I-2) e (San-N-I-3).

### 4.1 Material.

O referencial teórico que foi utilizado na elaboração desta dissertação foi decorrente de pesquisas em bibliotecas, Internet e anais de congressos e de simpósios Internacionais, tais como CIPA e ISPRS, sobre as publicações internacionais e nacionais existentes relativas aos temas abordados e à área de estudo.

Para a elaboração e edição da restituição fotogramétrica utilizou-se do apoio direto da orientação do professor Dr. Thomas Vögtle e da Dra Priscila Von Altrock, juntamente com manual do curso de Image Station do centro de treinamento da SISGRAPH e manual do Microstation.

### 4.2 Equipamentos.

No levantamento fotogramétrico, foram utilizados os seguintes equipamentos que serão descritos detalhadamente a seguir:

- Câmara fotográfica;
- Tripé de câmara;
- Filme fotográfico e pilhas alcalinas;
- Trena;
- Marcadores de pontos de controle;
- Escada de alumínio de 1.80m
- Caderneta de anotação.

Para o desenvolvimento desta dissertação, além dos equipamentos de campo foram utilizados equipamentos de escritório que compreende os seguintes itens:

- Micro-computador AMD XP, 2.0 GHz, 512 MB de memória RAM e 40 GB de memória em disco rígido. Utilizado para desenvolvimento da pesquisa;
- Micro-computador Pentium III, 1000 Mhz, 256 MB Ram, HD 40 GB e monitor de 21 polegadas. Utilizado para armazenar o processamento do levantamento fotogramétrico; (figura 11).
- Scanner fotogramétrico SCAI da Zeiss com escanerização á cores com resolução máxima de 7  $\mu\text{m}$ ;
- 3D Lab's Widcat 4000 Stereo Frame Buffer – Placa de vídeo especial;
- CrystallEyes <sup>®</sup> Stereo Kit - Óculos de visualização 3D;
- Mouse 3D.



*FIGURA 11* – Equipamento para restituição fotogramétrica.

#### **4.2.1 Câmara fotográfica.**

A câmara fotogramétrica utilizada para a realização desta dissertação foi a PENTAX PAMS 645 (figura 12). É uma câmara semi-métrica de médio formato controlada por um microprocessador com dispositivo a vácuo. O compartimento de vácuo que vem acoplado a máquina, garante a planificação do filme no momento da tomada da foto, substituindo a tradicional grade “réseau”, indispensável para a eliminação das distorções geométricas das fotografias.



*FIGURA 12 – Câmera Pentax PAMS 645.*

Os parâmetros internos da câmara são conhecidos, tais como, nome da câmara, tipo de câmara, distância focal fixa, tamanho do formato (largura e altura) e os pontos principais (x e Y). Incorporadas no seu plano focal, possuem marcas fiduciais, que permitem com exatidão a recuperação dos principais pontos obtidos.

Para o funcionamento da câmara Pentax PAMS 645 são necessárias oito pilhas e seis pilhas para o funcionamento do compartimento do vácuo, totalizando 14 pilhas alcalinas de 1,5 V cada.

#### **4.2.1 Filme fotográfico.**

Em um trabalho fotogramétrico de precisão o filme que deverá ser utilizado na câmara Pentax PAMS 645 é da marca Ektachrome 64 Professional Color Reversal Film, tamanho 220 (figura 13), para revelação em diapositivo que permite 30 exposições por rolo.



*FIGURA 13 – Filme Ektachrome 220.*

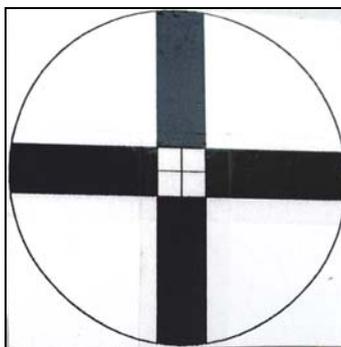
O Ektachrome 220 é o filme indicado para levantamentos fotogramétricos, devido ao fato de não possuir uma película de papel, como no caso do 120, permitindo assim, uma completa aderência do filme na placa do negativo. Eliminando desta forma, as distorções geométricas da fotografia no momento em que o dispositivo do vácuo é ativado.

A revelação do filme é um fator importante, pois se não for realizado nas condições ideais poderá ser danificado. O processo de revelação indicado é o processo automático E-6 (na forma de diapositivos), aonde o filme revelado sofre uma secagem natural a frio, o que garante maior qualidade das fotos.

Para que a qualidade seja mantida é indicado manter o filme sobre refrigeração até o momento de ser utilizado. Se o filme for mantido sobre refrigeração, sua qualidade é preservada mesmo após o prazo de validade. Pois a refrigeração mantém as características de sensibilidade da fotografia.

#### **4.2.3 Marcadores de pontos de controle.**

Foram utilizados no total oito marcadores de pontos de controle (figura 14) para a elaboração desta pesquisa. Quatros foram utilizados na inscrição rupestre (San-N-I-1) e os quatros restantes foram nas inscrições (San-N-I-2) e (San-N-I-3).



*FIGURA 14* – Tipo de marcação utilizada para sinalizar o ponto de controle.

Foi escolhida esta marcação por apresentar um contraste maior nas fotografias e conseqüente para se obter uma maior precisão e uma maior acurácia, diminuindo os erros aleatórios no momento da marcação no processamento das imagens.

Foram confeccionados no Auto CAD, com dimensões de 3 cm de diâmetro e impressos e em cartolina branca.

#### **4.2.4 Escada de alumínio.**

Devido ao posicionamento de uma das inscrições rupestres, foi necessário o uso de uma escada de alumínio de 1.80m de altura para a tomada das fotografias.

A escada foi escolhida devido dois fatores: primeiro o seu material de composição, alumínio, que proporcionou à leveza necessárias ao deslocamento até o sítio arqueológico e segundo devido a sua altura, que supriu a inclinação do terreno e proporcionou uma angulação de  $90^0$  com a inscrição, necessária para o processamento das imagens.

#### **4.2.5 Trena e caderneta de anotação.**

O uso da de uma trena de fibra, com 5 m de comprimento, se fez necessário para a obtenção das medidas entre o centro dos marcadores de pontos de controle fixados nas inscrições rupestres analisadas, necessárias para o cálculo das coordenadas. Estas medidas devem ser tomadas com cuidado e precisão, anulado o surgimento de catenária na trena e mantendo um correto posicionamento nos centros dos marcadores, permitindo assim, uma correta leitura das medidas.

Fez-se necessário o uso de uma caderneta para anotação, juntamente com a aquisição das fotografias e obtenção das medidas dos pontos de controle. Gerando um protocolo do levantamento fotogramétrico para cada inscrição rupestre analisada, além de possibilitar através das medidas tomadas, o cálculo das coordenadas que serão dados fundamentais no processamento das imagens. A precisão das medidas coletas poderão ser analisadas no cálculo das coordenadas que estão descritas no subcapítulo 4.8 desta dissertação.

#### 4.2.6 Diapositivos.

Os diapositivos são os produtos resultantes da revelação do filme fotográfico Ektachrome 64 Professional Color Reversal tamanho 220.

Após a revelação, os diapositivos vêm em rolo de 30 poses. Para que o material seja compatível ao formato do equipamento de scannerização, o material deve ser recortado em tiras. No momento da escanerização e manipulação dos diapositivos é necessário o uso de luvas de algodão, evitando assim, o contato diretos dos dedos nos diapositivos que ocasionariam a danificação dos mesmos.

#### 4.2.7 Scanner.

O scanner de precisão que foi utilizado nesta dissertação é o SCAI da ZEISS (figura 15) com escanerização a cores com resolução máxima de  $7\mu\text{m}$ , que permite a conversão de imagens fotogramétricas de alta precisão em imagens digitais.



*FIGURA 15* – Scanner SCAI da ZEISS.

De acordo com Martins (2000), a unidade de scanner SCAI apresenta as seguintes características:

- Formato máximo da foto 250 x 275 mm;
- Iluminação difusa, lâmpada halogênica 250 W;
- Resolução geométrica 7, 14, 21, 28, 56, 112, 224  $\mu\text{m}$ ;
- Medida de escaneamento máximo (branco-e-preto ou colorido) 4 Mpixels/seg;

- Tempo de escaneamento com 14  $\mu\text{m}$  pixel – 10 minutos;
- Linhas CCD 5632 pixels;
- Resolução radiométrica 8 bits = 256 níveis de cinza
- Características espectrais branco-e-preto ou colorido em 3 canais;
- Digitalização de canal colorido simultâneo;
- Formato de saída Zeiss – TLD, TIFF.

### **4.3 Software.**

Os softwares utilizados na elaboração desta pesquisa foram:

- Sistema operacional Windows XP;
- Ulead photo Express SE, para a edição das imagens que ilustram esta dissertação.
- Software SSK - Image Station, para restituição fotogramétrica, que acompanha os seguintes aplicativos:  
Image Station Photogrammetric Manager (ISPM);  
Image Station Digital Mensuration (ISDM);  
Image Station Feature Collection (ISFC);  
Image Station Stereo Display (ISSD);
- Microstation SE V.7.1, para edição das restituições.
- Auto CAD 2002.

### **4.4 Método.**

O método de pesquisa utilizado na elaboração deste trabalho divide-se, basicamente em 6 fases:

- i. Teste inicial
- ii. Aquisição dos dados
- iii. Processamento das imagens no Software SSK - Image Station e Microstation.

- iv. Documentação 3D.
- v. Restituição fotogramétrica.
- vi. Resultados finais.

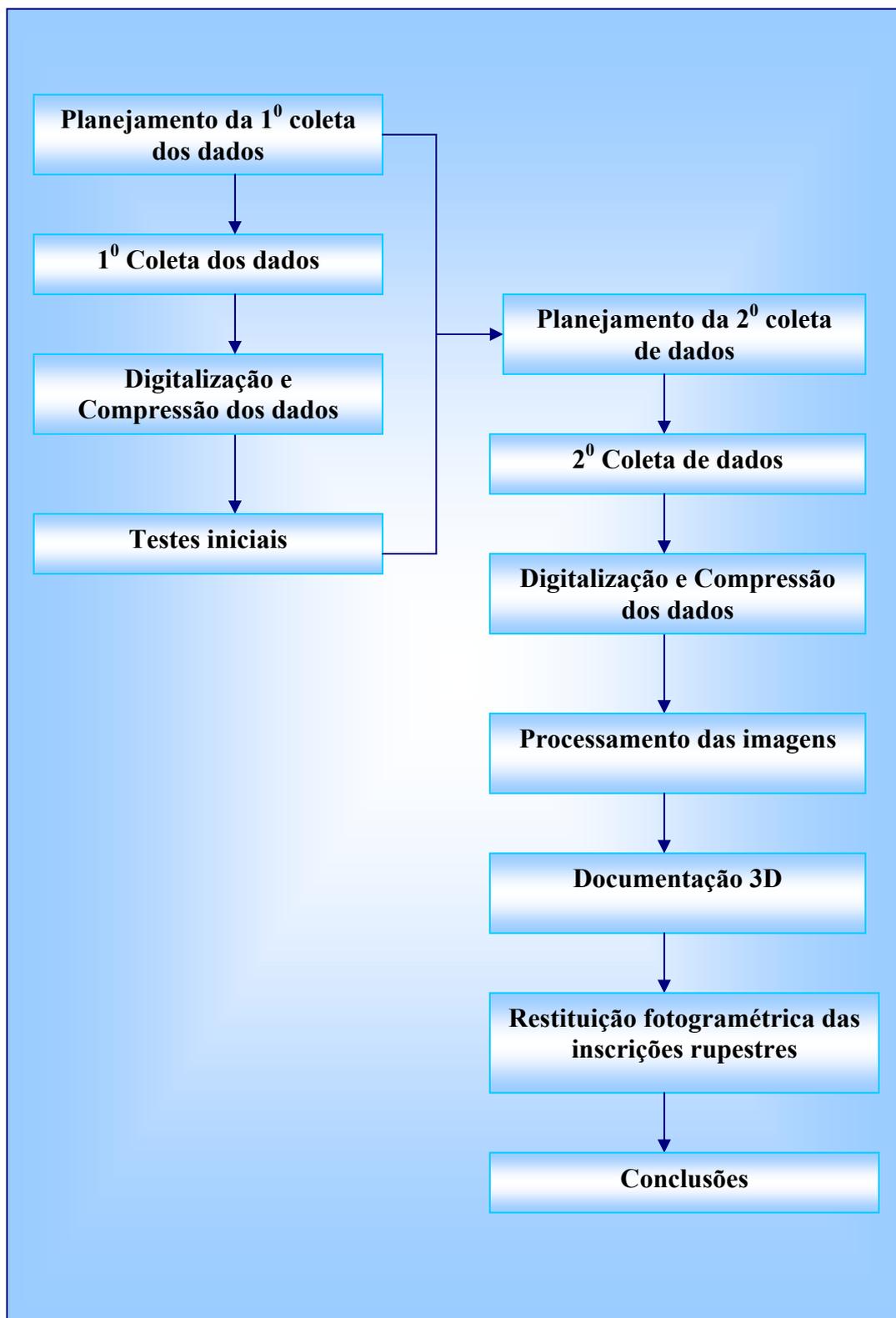


FIGURA 16 – Resumo do método empregado.

#### **4.4.1 Teste na aquisição das imagens.**

È aconselhável realizar testes iniciais no sitio arqueológico para medir as dificuldades no levantamento fotogramétrico.

Foi realizado um planejamento prévio em laboratório anterior a fase de teste, que incluía uma visita em loco aonde se determinou o sitio arqueológico e as inscrições rupestres que seriam analisadas. Esta visita foi de extrema importância, pois foi possível perceber o real estado de conservação e as dificuldades de acesso no deslocamento que não é descrita de forma realista nas referências bibliográficas pesquisadas.

Para a realização do teste inicial foram utilizados os seguintes equipamentos: câmara Pentax PAMS 645 com o filme para diapositivos Ektachrome 220, estação total ZEISS Rec Elta 15C com tripés e prismas. O software utilizado para os testes de processamento dos dados foi o software SSK - Image Station.

O teste foi uma etapa de extrema importância, pois a partir dele foi possível analisar a possibilidade da execução desta pesquisa. Devido ao fato que as inscrições rupestres, diferentes das construções arquitetônicas, encontram-se em terrenos selvagens e íngremes com pouca distância de deslocamento entre o objeto fotografado e a câmara fotográfica.

Foi escolhida para teste somente uma inscrição rupestre, pois somava as características com apresentavam maior grau de dificuldade, tais como: inclinação e pequena dimensão da pedra (figura 17), pouca distância para a tomada das fotografias e terreno desnivelado.

Foram utilizados quatro pontos de controle nas extremidades da pedra e mais quatro em volta para aumentar a dimensão da imagem obtida. As coordenadas dos pontos de controle foram obtidos através da estação total ZEISS Rec Elta 15C. As fotografias foram tiradas conforme a ilustração do croqui esquemático (figura 18) a uma distância de 3.00m e 5.00 m, entre a câmara e o objeto.



FIGURA 17 – Fase de teste na inscrição rupestre.

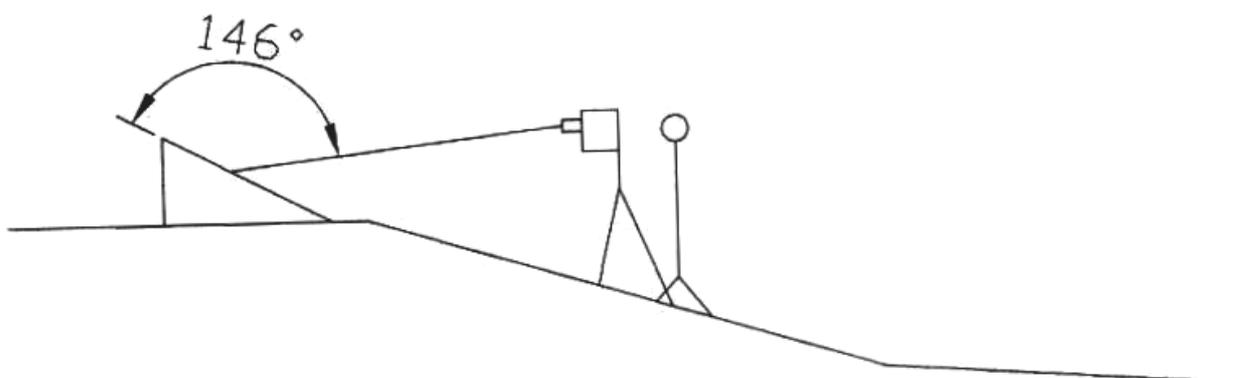


FIGURA 18 – Croqui esquemático da tomada das fotos.

Após a revelação dos diapositivos obtidos em campo realizou-se a digitalização e compressão dos dados. Porém a etapa seguinte revelou-se impossível de ser executada, pois no processamento das imagens no software SSK - Image Station indicava severa discrepância.

Através de estudos em laboratório, percebeu-se que o erro foi ocasionado pela forma da tomada das fotografias. O ângulo entre o objeto e câmara foi maior que  $90^{\circ}$ , gerando uma severa discrepância nos dados. O não processamento dos dados deve-se ao fato do software ser destinado para levantamentos aerofotogramétricos, sendo possível ser utilizado para levantamentos terrestre desde seja invertidas as coordenadas x,y,z, conforme é provado na tese da Dra. Priscila von Altrock. Como é um software para aerofotogrametria ele aceita fotos obtidas a  $90^{\circ}$  entre o objeto e câmara, como a situação gerada entre a aeronave e a terra.

#### **4.4.2 Aquisição dos dados.**

A etapa de aquisição de dados compreende o levantamento das informações necessárias para a realização deste trabalho:

- Publicações nacionais e internacionais em congressos relacionados ao tema em estudo, trabalhos similares já realizados, livros e revistas;
- Levantamento fotogramétrico terrestre com a câmara Pentax PAMS 645, realizado na fase de teste inicial;
- Informações obtidas através da orientação do Prof. Dr. Thomas Vögtle do Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto da Universidade de Karlsruhe – Alemanha, o qual acompanhou todo o trabalho de aquisição dos dados.

#### **4.5 Calibração.**

A definição de calibração segundo American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (1980), “é o ato ou processo de determinação de certas medidas específicas na câmara ou outro instrumento ou dispositivo por comparação com um modelo, para uso na correção ou compensação de erros com a finalidade de registro”.

De acordo com FRYER (1996), a calibração da câmara pode ter vários objetivos, dentre os quais:

- Avaliação do desempenho da objetiva;
- Avaliação da estabilidade da objetiva;
- Determinação dos parâmetros geométricos e ópticos das lentes;
- Determinação dos parâmetros geométricos e ópticos do sistema de aquisição de imagens.

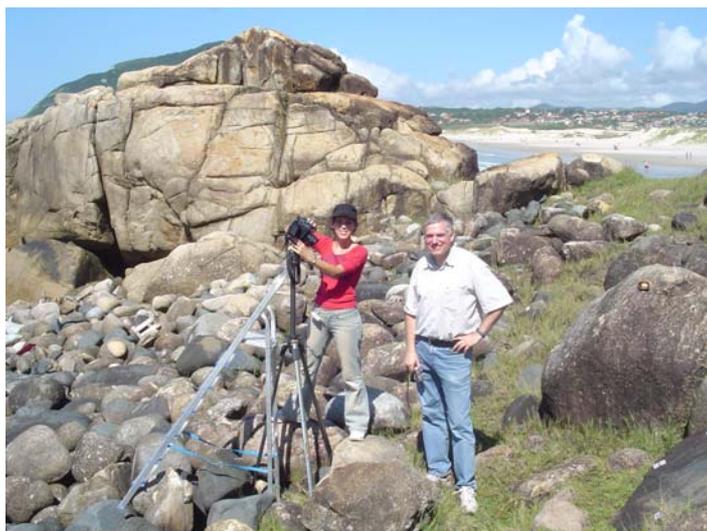
Através da calibração é possível obter os parâmetros de orientação interna da câmara (ponto principal e distância focal), para que possa ser usada como um instrumento de medição.

A câmara Pentax PAMS 645 já se encontrava calibrada para a elaboração desta dissertação, segue em anexo uma cópia do certificado de calibração da câmara obtidos na Suíça. A calibração data de 1995 e foi utilizada neste trabalho, pois não apresentava grandes alterações nas características da câmara, estas alterações não comprometiam os resultados. Quando possível, o ideal seria a realização de uma calibração mais nova.

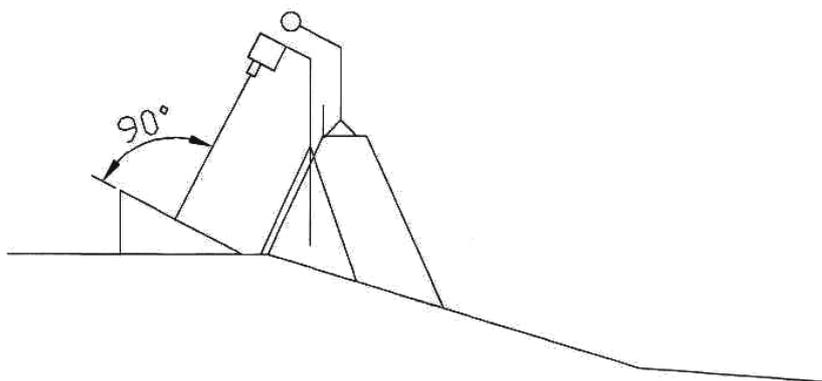
#### **4.6 Levantamento fotogramétrico.**

O trabalho de campo, que constituiu o levantamento fotogramétrico, se baseia na tomada das fotografias que é base desta dissertação. A partir dos dados obtidos no teste preliminar, foi realizado um planeamento prévio em escritório, para que fossem determinadas as soluções necessárias para resolver os problemas percebidos no teste em campo.

Para resolver as questões surgidas na fase de testes, foi utilizada no levantamento fotogramétrico uma escada de alumínio de 1.80 m, de possibilitou a altura necessária para se obter o ângulo de  $90^\circ$  entre o objeto fotografado e a foco da câmara (figura 19 e 20), necessário para o processamento das imagens pelo software SSK.



*FIGURA 19* – Levantamento fotogramétrico (San-N-I-1).



*FIGURA 20* – Croqui esquemático do procedimento utilizado no lev. fotogramétrico.

Foram utilizados quatro pontos de controle para cada petroglifo analisado, fixados nas extremidades. O teste revelou que não havia necessidade da utilização de mais pontos de controle.

Para que haja uma estereoscopia entre as fotos tomadas foi necessária uma sobreposição de 60% ou mais entre as imagens, por isso, houve um deslocamento de 0,5 m da esquerda para direita entre as imagens tomadas.

As informações do levantamento fotogramétrico foram registradas em um protocolo, assim como, a realização de um croqui do levantamento com as medidas entre os pontos de controle, necessários para o cálculo das coordenadas.

A dificuldade de se obter uma distância câmara-objeto apropriada à câmara Pentax PAMS 645, que é de 8 metros, deve-se ao fato das inscrições rupestres se encontrarem em terreno íngremes. Porém, conforme o teste preliminar, não houve deformação nas fotografias obtidas há uma distância menor que 8 m (figura 21).



*FIGURA 21* – Levantamento fotogramétrico (San-N-I-2) e (San-N-I-3).

#### **4.7 Protocolo do levantamento.**

Os dados do protocolo são de extrema importância para o processamento das imagens. Para compreensão das anotações do protocolo do levantamento fotogramétrico foi especificados os itens do mesmo:

Ponto / Foto – O ponto onde se encontra o fotogrametrista no momento da tomada da foto e foto é a posição da câmara.

Deslocamento – É a distância deslocada entre o ponto 1 e o ponto 2, necessárias para a realização da estereoscopia. O deslocamento foi da esquerda para a direita.

Distância – Entre o objeto fotografado e o foco da câmara.

Luz – Dado registrado pela máquina que significa a quantidade de luz no momento da tomada da fotografia.

Tempo – Tempo da abertura do diafragma no momento da tomada da fotografia.

#### 4.7.1 Protocolo do levantamento – (San-N-I-1).

<b>PROTOCOLO DO LEVANTAMENTO FOTOGRAMÉTRICO</b>				
<b>INSCRIÇÃO RUPESTRE SAN-N-I-1</b>				
<b>Ponto / Foto</b>	<b>Deslocamento</b>	<b>Distância (m)</b>	<b>Luz</b>	<b>Tempo</b>
<b>1 / 1</b>	<b>0,5 m</b>	<b>2,50</b>	<b>11</b>	<b>1/60</b>
<b>1 / 2</b>	<b>0,5 m</b>	<b>3,00</b>	<b>11</b>	<b>1/60</b>
<b>2 / 1</b>	<b>0,50 m</b>	<b>2,64</b>	<b>11</b>	<b>1/60</b>
<b>2 / 2</b>	<b>0,50 m</b>	<b>3,00</b>	<b>11</b>	<b>1/60</b>

*TABELA 2* – Anotações obtidas no levantamento – (San-N-I-1).

#### 4.7.2 Protocolo do levantamento – (San-N-I-2) e (San-N-I-3).

<b>PROTOCOLO DO LEVANTAMENTO FOTOGRAMÉTRICO</b>				
<b>INSCRIÇÕES RUPESTRES SAN-N-I-2 E SAN-N-I-3.</b>				
<b>Ponto / Foto</b>	<b>Deslocamento</b>	<b>Distância (m)</b>	<b>Luz</b>	<b>Tempo</b>
<b>1 / 1</b>	<b>0,5 m</b>	<b>3,595</b>	<b>8</b>	<b>1/8</b>
<b>1 / 2</b>	<b>0,5 m</b>	<b>2,80</b>	<b>8</b>	<b>1/4</b>
<b>2 / 1</b>	<b>0,50 m</b>	<b>3,595</b>	<b>8</b>	<b>1/15</b>
<b>2 / 2</b>	<b>0,50 m</b>	<b>2,80</b>	<b>8</b>	<b>1/8</b>

*TABELA 3* – Anotações obtidas no levantamento – (San-N-I-2) e (San-N-I-3).

#### 4.8 Cálculo das coordenadas.

O cálculo das coordenadas dos pontos de controle foram obtidos pela triangulação, através das medidas tomadas entre os centros dos marcadores de pontos de controle fixados nas extremidades das inscrições rupestres. Esse procedimento foi

possível, devido ao tamanho das inscrições rupestre, não havendo a necessidade de utilizar uma estação total, facilitando o deslocamento dos equipamentos.

A fórmula do teorema de Pitágoras foi utilizada na triangulação dos pontos.

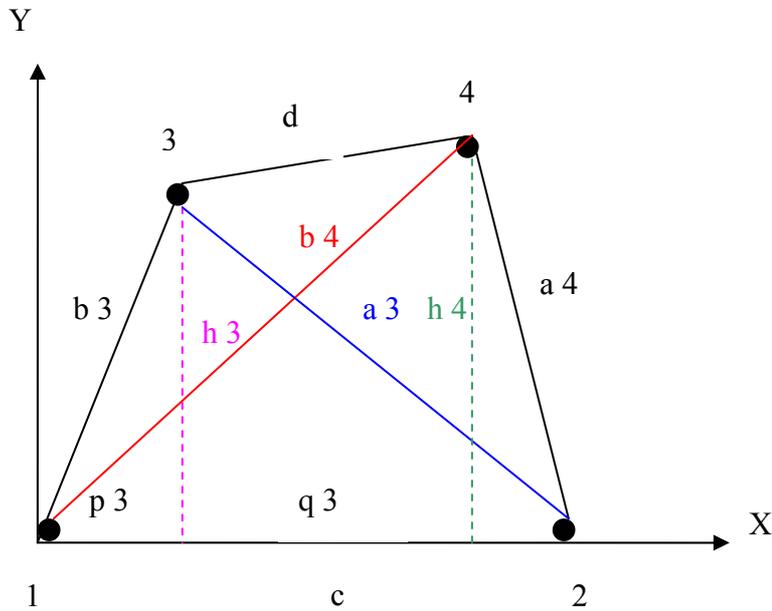


FIGURA 22 – Triangulação dos pontos.

1 – Ponto de controle 1

2 – Ponto de controle 2

3 – Ponto de controle 3

4 – Ponto de controle 4

$$a_3^2 = h_3^2 + q_3^2$$

$$b_3^2 = h_3^2 + p_3^2$$

$$c = p_3 + q_3$$

$$q_3 = c - p_3$$

$$\text{Então: } a_3^2 = h_3^2 + (c - p_3)^2$$

$$b_3^2 = h_3^2 + p_3^2$$

$$a_3^2 = h_3^2 + c^2 - 2cp_3 + p_3^2$$

$$b_3^2 = h_3^2 + p_3^2$$

---


$$a_3^2 - b_3^2 = c^2 - 2cp_3 + p_3^2 - p_3^2$$

$$-2cp_3 = a_3^2 - b_3^2 - c^2$$

$$p_3 = - \frac{a^2 - b^2 - c^2}{2c}$$

$$p_4 = - \frac{a^2 - b^2 - c^2}{2c}$$

$$x_3 = x_1 + p_3$$

$$y_3 = y_1 + h_3$$

$$x_4 = x_1 + p_4$$

$$y_4 = y_1 + h_4$$

$$h_3^2 = b^2 - p_3^2$$

$$h_3 = \sqrt{b^2 - p_3^2}$$

$$h_4 = \sqrt{b^2 - p_4^2}$$

$$\text{Verificação: } d = \sqrt{(x_4 - x_3)^2 + (y_4 - y_3)^2} \text{ ou}$$

$$d = \sqrt{(p_3 - p_4)^2 + (h_3 - h_4)^2}$$

#### 4.8.1 Cálculo das coordenadas San-N-I-1.

O cálculo das coordenadas da inscrição rupestre San-N-I-1 foram obtidos pela distância entre os centros dos marcadores de pontos de controle. Segue o croqui das distâncias entre os pontos de controle e o cálculo das coordenadas obtido pela triangulação dos pontos.

$$x_3 = x_1 + p_3$$

$$y_3 = y_1 + h_3$$

$$x_4 = x_1 + p_4$$

$$y_4 = y_1 + h_4$$

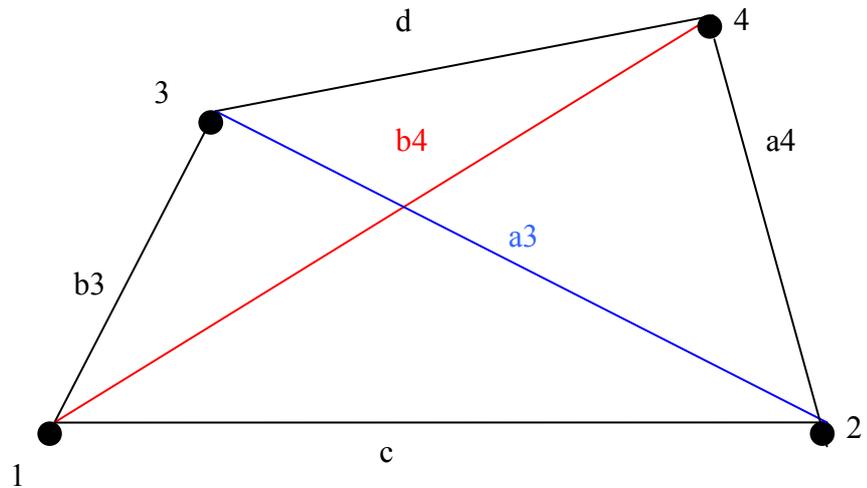


FIGURA 23 – Croqui das distâncias dos pontos de controle – San-N-I-1.

$$a_3 = 0,9735 \text{ m}$$

$$a_4 = 0,5475 \text{ m}$$

$$b_3 = 0,3665 \text{ m}$$

$$b_4 = 0,9205 \text{ m}$$

$$c = 0,8325 \text{ m}$$

$$d = 0,8370 \text{ m}$$

$$p_3 = - \frac{a_3^2 - b_3^2 - c^2}{2c}$$

$$p_3 = - \frac{0,9735^2 - 0,3665^2 - 0,8325^2}{2 \times 0,8325}$$

$$p_3 = -0,0723 \text{ m}$$

$$p_4 = - \frac{a_4^2 - b_4^2 - c^2}{2c}$$

$$p_4 = - \frac{0,5475^2 - 0,9205^2 - 0,8325^2}{2 \times 0,8325}$$

$$p_4 = +0,7451 \text{ m}$$

$$h_3 = \sqrt{b_3^2 - p_3^2}$$

$$h_3 = \sqrt{0,3665^2 - 0,0723^2}$$

$$h_3 = 0,3593 \text{ m}$$

$$h_4 = \sqrt{b_4^2 - p_4^2}$$

$$h_4 = \sqrt{0,9205^2 - 0,7451^2}$$

$$h_4 = 0,5405 \text{ m}$$

$$\text{Verificação: } d = \sqrt{(p_3 - p_4)^2 + (h_3 - h_4)^2}$$

$$d = 0,8372 \text{ m}$$

Entre a medida  $d$  obtida em loco (0,8370 m) e a medida  $d$  adquirida através da triangulação dos pontos há uma diferença insignificante de 0,0002 m.

Pontos de controle	X	Y	Z
1	100,000	100,000	10,000
2	100,832	100,000	10,000
3	99,927	100,359	10,000
4	100,745	100,540	10,000

*TABELA 4 – Coordenadas - San-N-I-1.*

#### **4.8. 2 Cálculo das coordenadas San-N-I-2 e San-N-I-3.**

O cálculo das coordenadas das inscrições rupestres San-N-I-2 e San-N-I-3 foram obtidos pela distância entre os pontos de controle, medidos através da trena. Segue o croqui das distâncias entre os pontos de controle e o cálculo das coordenadas obtido pela triangulação dos pontos.

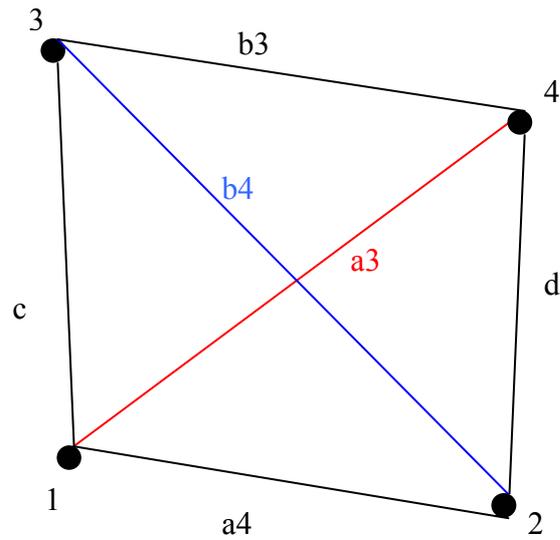


FIGURA 24 – Croqui das distâncias dos pontos de controle – San-N-I-2 e San-N-I-3.

$$a_3 = 1,4380 \text{ m}$$

$$a_4 = 0,8055 \text{ m}$$

$$b_3 = 1,1395 \text{ m}$$

$$b_4 = 1,6610 \text{ m}$$

$$c = 1,3315 \text{ m}$$

$$d = 1,1135 \text{ m}$$

$$p_3 = - \frac{a_3^2 - b_3^2 - c^2}{2c}$$

$$p_3 = 0,3768 \text{ m}$$

$$p_4 = - \frac{a_4^2 - b_4^2 - c^2}{2c}$$

$$p_4 = 1,4581 \text{ m}$$

$$h_3 = \sqrt{b_3^2 - p_3^2}$$

$$h_3 = 1,0754 \text{ m}$$

$$h_4 = \sqrt{b_4^2 - p_4^2}$$

$$h_4 = 0,7955 \text{ m}$$

$$\text{Verificação: } d = \sqrt{(p_3 - p_4)^2 + (h_3 - h_4)^2}$$

$$d = 1,1169 \text{ m}$$

Entre a medida  $d$  obtido em loco (1,1135 m) e a medida  $d$  adquirida através da triangulação dos pontos há uma diferença insignificante de 0,0034 m, sendo um resultado satisfatório.

Pontos de controle	X	Y	Z
1	100,000	100,000	10,000
2	100,795	99,873	10,000
3	100,000	101,331	10,000
4	101,075	100,955	10,000

TABELA 5 – Coordenadas - San-N-I-2 e San-N-I-3.

#### 4.9 Digitalização.

Segundo Altrock (2004), “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”.

Os diapositivos das inscrições rupestres, obtidos pelo processo de revelação E-6, foram digitalizados no *scanner* de precisão para filmes SCAI Zeiss (figura 15) com superfície de escanerização de 25 x 25 cm. A resolução máxima obtida pelo scanner é de 7  $\mu\text{m}$ .

O valor utilizado na escanerização foi de 14  $\mu\text{m}$ , pois atingia a qualidade da imagem de forma satisfatória, e desta forma poderia ser utilizado por equipamentos mais simples.

#### 4.10 Compressão das imagens.

Devido ao grande volume de dados gerados pelas imagens, principalmente pela alta qualidade da resolução obtida e por causa do seu tamanho, a compressão de arquivos de imagens digitais torna-se indispensável. As imagens fotográficas possuem muitos bits de informação, o que torna difícil o seu armazenamento e o tempo consumido na sua manipulação. A solução surgiu através da compressão dos dados.

Um exemplo que ilustra a necessidade de compressão é o quando de memória uma imagem digital consome. Uma imagem fotográfica colorida com qualidade típica (resolução espacial de 300dpi), consumiu por volta de 20Mb de memória.

Segundo Altrock (2004), “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:

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

Sendo importante notar que o parâmetro CR é definido por uma imagem digital, e desta forma, não diz nada sobre quando a imagem digital representa a cena do objeto real”.

Tem sido definido um padrão internacional para compressão de fotografias e outros sinais contínuos de imagem. Este sistema é conhecido como JOIN PHOTOGRAPHIC EXPERTS GROUP, ou JPEG.

As compressões das imagens utilizadas na elaboração desta dissertação foram realizadas no intuito de não ocupar espaço na memória no que se refere ao armazenamento das imagens.

O espaço em mídia ocupado por uma imagem com resolução de 14  $\mu\text{m}$ , como as utilizadas no trabalho, no formato TIF é de aproximadamente 44Mb (cada imagem). Para a utilização no software SSK foi realizado uma conversão, que possibilitou uma suavização na imagem a ser trabalhada. Estas imagens foram então, gravadas em um CD como *backup* para arquivamento.

### 5.1 ImageStation Photogrametric Management – ISPM.

A primeira etapa para os processamentos das imagens no software SSK da Z/I Imaging é o ImageStation Photogrametric Management – ISPM que se constitui de um gerenciador de projetos de fotogrametria, possibilitando a entrada dos dados para a obtenção dos modelos fotogramétricos.

#### 5.1.1 Edição do projeto.

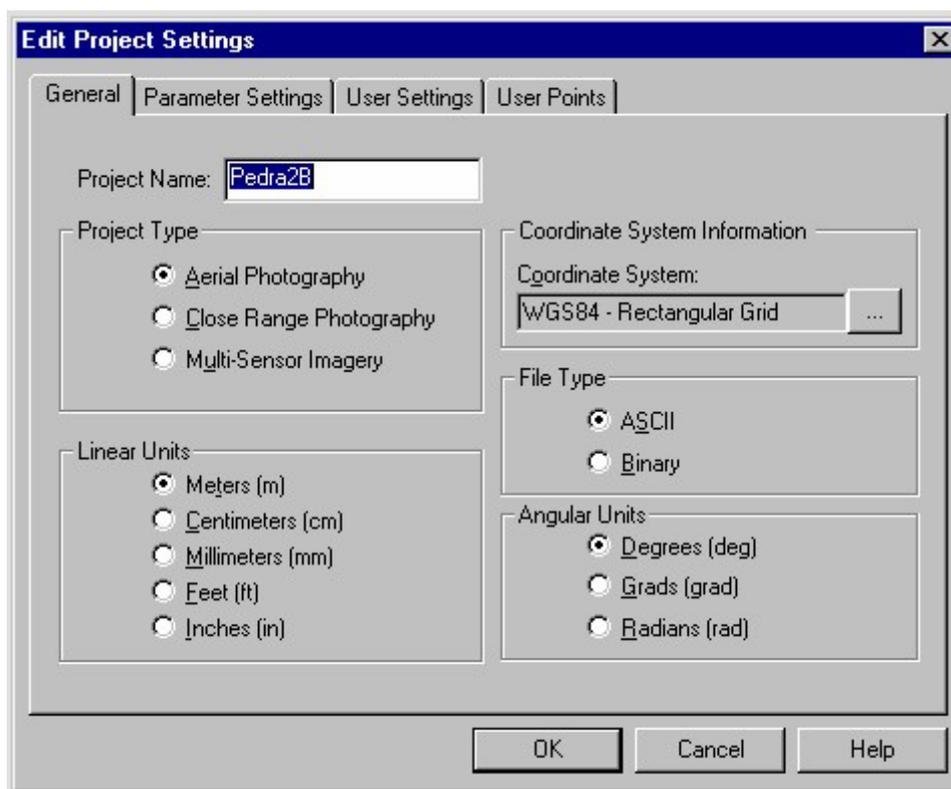


FIGURA 25 – Edição geral do projeto.

Local de armazenamento dos dados com as informações básicas do projeto. Referente ao tipo de projeto foi marcado a opção fotogrametria área e não fotogrametria a curta distancia que seria o mais indicado para o projeto, devido ao fato de existir somente a indicação do ícone. Para ser utilizado na fotogrametria terrestre foi invertida a coordenada x, y, z no processamento da fotogrametria área. Foi definida a unidade linear (metros) e angular (degress - graus) do projeto e o tipo de coordenadas referentes aos pontos de controle.

### 5.1.2 Definição dos parâmetros

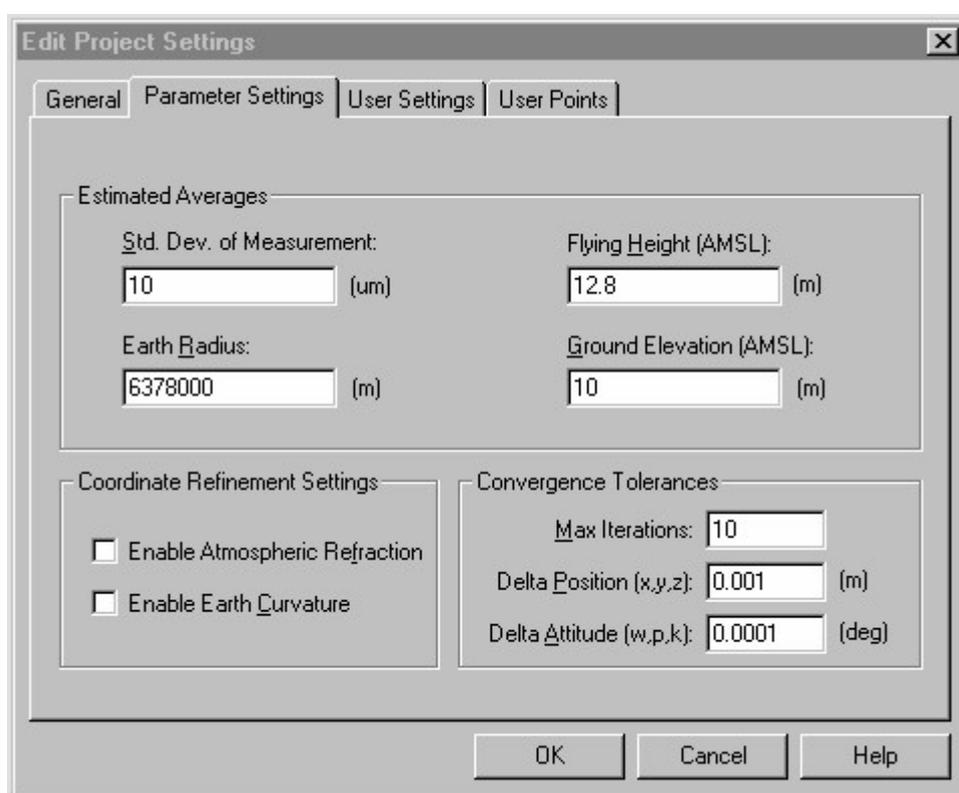


FIGURA 26 – Definição dos parâmetros.

Nesta etapa foram definidos os parâmetros do projeto que é composto dos seguintes itens:

- Desvio padrão (erro de pontaria) - *Standard Deviation of Measurement* – O desvio padrão é o erro tolerado no momento de executar as

orientações, que podem variar entre 1/3 a 1/10 da resolução das imagens escaneadas.

- Raio da Terra – *Earth Radius* – Este item é irrelevante para a fotogrametria terrestre. Este item existe porque o SSK foi um equipamento desenvolvido para aerofotogrametria existindo a necessidade da curvatura da terra.
- Altura do Vôo – *Flying Height* - como as coordenadas foram rotacionadas, é marcada a distância paralela entre objeto e a câmara. O valor 12.8 m é definido pela soma da coordenada em Z mais a distância obtida em campo.
- *Ground Elevation* – O valor arbitrado na coordenada Z foi 10m.

*Coordinate Refinement Settings* – Item sem relevância para a fotogrametria terrestre, pois define a correção da refração atmosférica e também determina a correção da curvatura da terra, fatores necessários na aerofotogrametria.

Tolerância de convergência - *Converge Tolerance* – Ajustamento para obter a convergência para a orientação interior ou exterior.

### **5.1.3 Colocações usuais.**

Colocações usuais – *User Setting* – estabelece os parâmetros e limites que serão utilizados durante os cálculos das várias orientações, além de definir a qualidade destas orientações.

Limites da Orientação Interior - *Accetable IO Limits* – é o valor sigma e residual máximo, definidos em microns. Devido ao processo de scannerização foi definido o valor em 10.

Limites da Orientação Relativa - *Acceptable RO Limits* – é o sigma máximo e a paralaxe máxima em Y, definido em microns. Devido ao processo de scannerização foi definido o valor em 10.

Limites da Orientação Absoluta - *Acceptable AO / Bundle Adjustment Limits* – é a precisão em cada ponto isolado, sigma máximo definido em 10 microns, devido ao processo de escanerização. O residual máximo é definido em  $x = 0.03$  m,  $y = 0.03$  m e  $z = 0.06$  m.

**Edit Project Settings**

General | Parameter Settings | User Settings | User Points

During calculations of the various orientations, certain limits need to be defined in order to determine successful or non-successful solutions. Enter the following settings and limits to be used for this project.

**Acceptable IO Limits**

Max Sigma: 10 (um)

Max Residual: 10 (um)

**Acceptable RO Limits**

Max Sigma: 10 (um)

Max Y-Parallax: 10 (um)

**Acceptable AO/Bundle Adjustment Limits**

Max Sigma: 10 (um)

	X	Y	Z	
Max RMS:	0.01	0.01	0.02	(m)
Max Residual:	0.03	0.03	0.06	(m)

OK Cancel Help

FIGURA 27 – Maximo sigma aceitável para OI, OR e AO.

#### 5.1.4 Pontos usuais.

Neste ícone ocorre à criação de pontos virtuais, aonde serão marcados os pontos fotográficos, obtidos através da fotografia e não adquiridos em campo, necessários para o cálculo da orientação relativa.

Tira / Delimitador de fotos – Strip / Photo Delimiter – aonde é definido um padrão para a numeração dos pontos.

Fotos / Delimitador do identificador - Photo / ID Delimiter – determina a delimitação que será utilizada entre faixa, foto e numero de identificação dos pontos.

ID é o identificador do ponto e permite uma maior rapidez na localização dos pontos através das coordenadas X e Y (milímetros), sendo o centro de duas fotos sobrepostas.

Padrão de pontos – User Point Patterns – para a execução da orientação relativa, seleciona-se 3 ou 5 pontos com localização padrão. Nesta dissertação foi utilizada com 3 pontos.

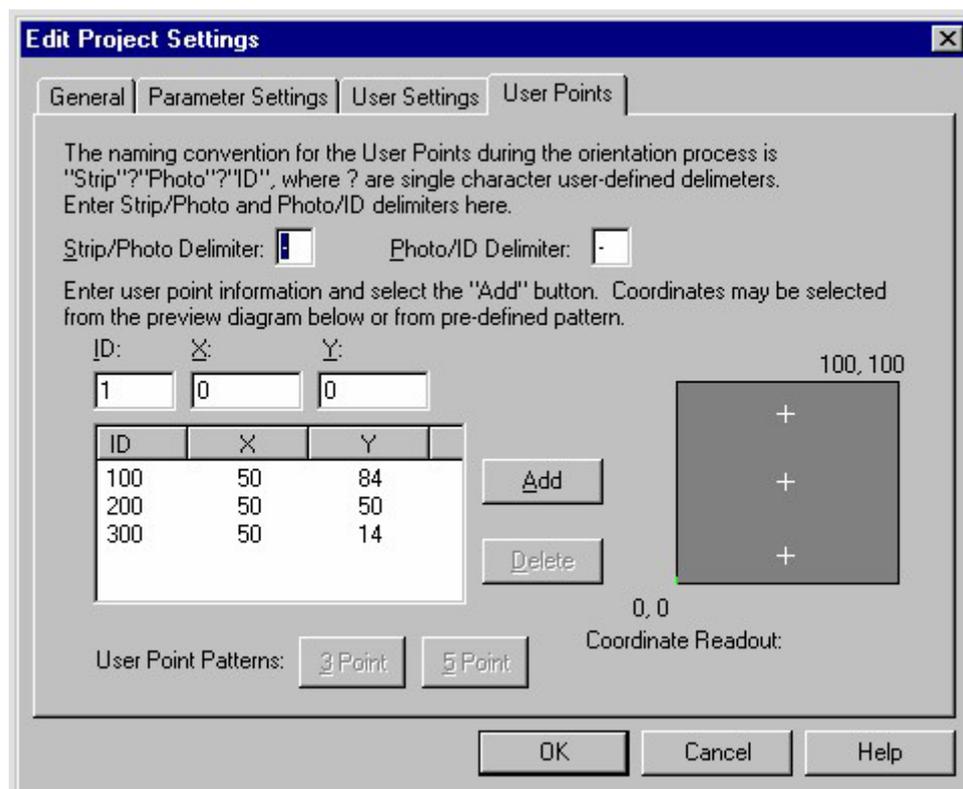


FIGURA 28 – Pontos centrais utilizados na Orientação Relativa.

### 5.1.5 Identificação da câmara.

Neste ícone será identificado o nome da câmara, utilizada no levantamento fotogramétrico e definido tipo de câmara, analógica ou digital.

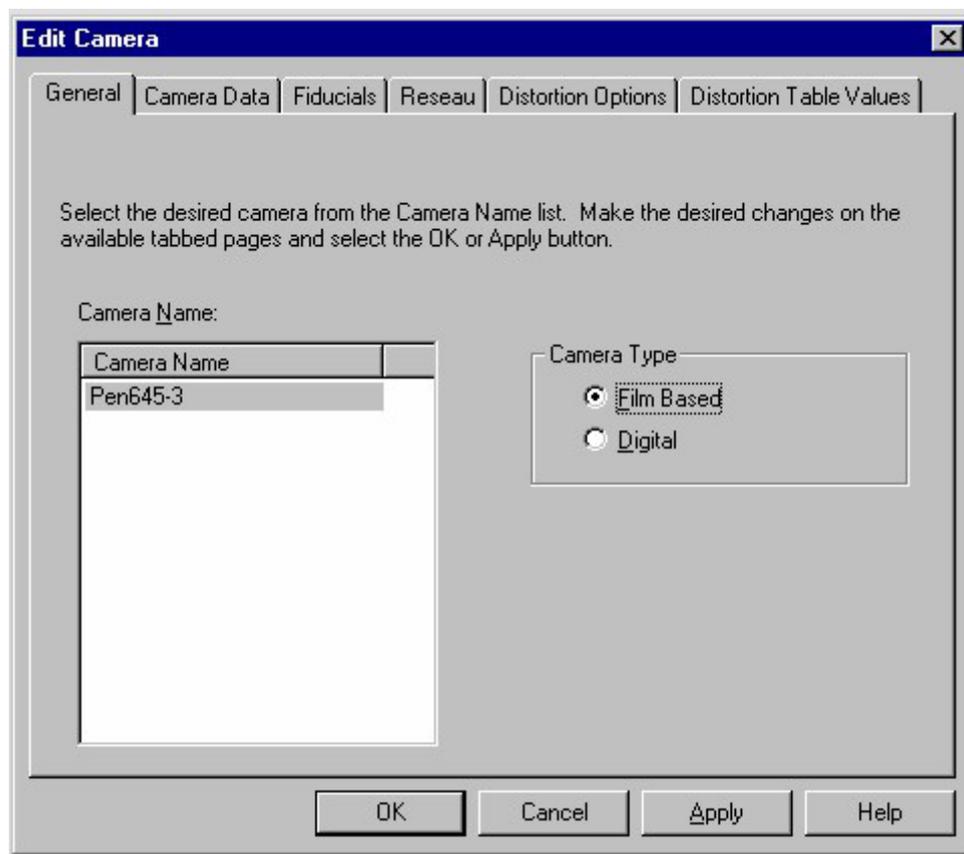


FIGURA 29 – Nome e tipo de câmara utilizada.

### 5.1.6 Dados da câmara.

Nesta etapa foram inseridos dados referentes à distância focal, pontos principais para melhor simetria nas coordenadas x e y, possibilitando assim, uma centralização dos dados da câmara no eixo central e as dimensões do filme utilizado no levantamento fotogramétrico.

The image shows a software dialog box titled "Edit Camera" with a close button (X) in the top right corner. The dialog has several tabs: "General", "Camera Data", "Fiducials", "Reseau", "Distortion Options", and "Distortion Table Values". The "General" tab is active. Below the tabs, there is a text instruction: "Enter the following camera information. This information is contained on most camera reports." Below this, there is a "Type" section with two radio buttons: "Frame" (which is selected) and "Non - Frame".

The "Lens Information" section contains the following fields:

- Focal Length: 45.643 (mm)
- Principal Point of Best Symmetry: X: -0.053, Y: -0.049 (mm)
- Principal Point of Auto Collimation: X: 0, Y: 0 (mm)

The "Film Format" section contains:

- Film Width: 41.5 (mm)
- Film Length: 56 (mm)

The "Digital Pixel Size" section contains:

- X: 0 (um)
- Y: 0 (um)

At the bottom of the dialog, there are four buttons: "OK", "Cancel", "Apply", and "Help".

FIGURA 30 – Informações gerais sobre a câmara e o filme.

### 5.1.7 Coordenadas fiduciais.

São inseridas as marcas fiduciais obtidas pela calibração da câmara.

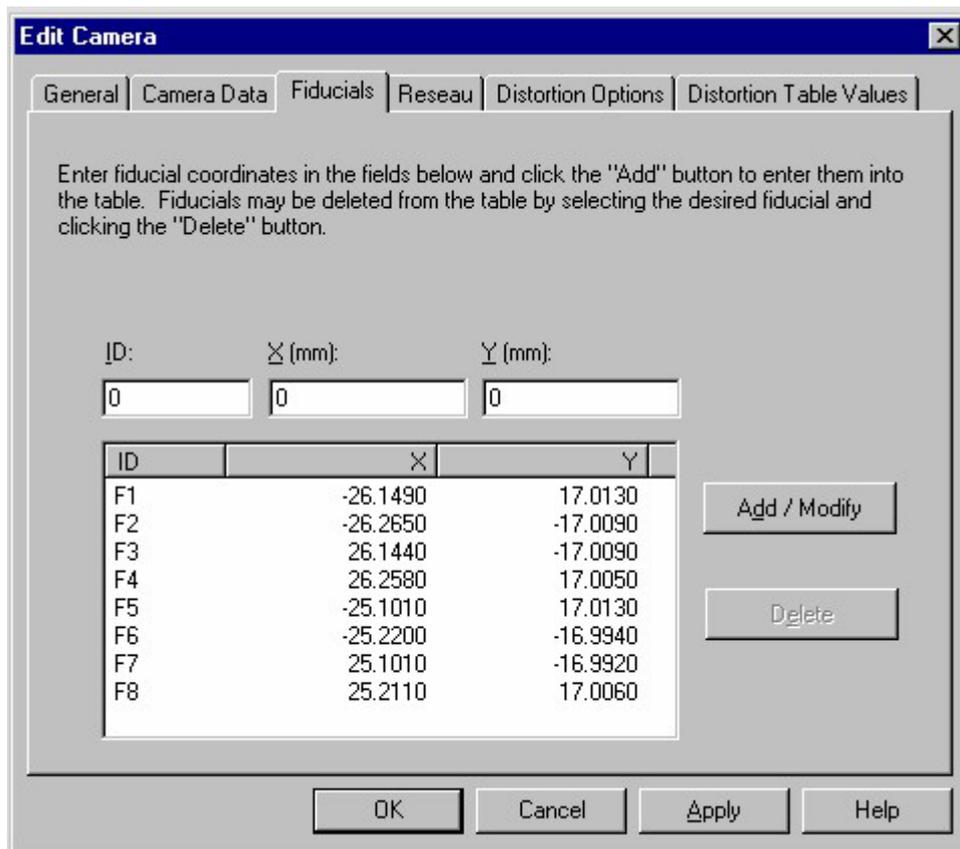


FIGURA 32 – Valores das marcas fiduciais.

### 5.1.8 Edição dos pontos de controle.

Nesta etapa são inseridos os valores dos pontos de controle obtidos através da triangulação.

**Edit Control Points**

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

Description:  SX:  SY:  SZ:

ID	Type	Class	X	Y	Z
1	Control	Full	100.000	100.000	10.000
2	Control	Full	100.796	99.873	10.000
3	Control	Full	100.000	101.332	10.000
4	Control	Full	101.075	100.955	10.000

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

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

Buttons: Apply, OK, Cancel, Help

FIGURA 32 – Valores dos pontos de controle.

### 5.1.9 Edição das fotos.

Ativação das fotos – Active Photo – Estabelece os parâmetros relativos à criação de faixas de fotos e modelos. Os modelos devem ser criados da esquerda para direita.

Strip ID = Identificador da faixa.

Photo ID = Prefixo que será utilizado para a faixa.

Informação da câmara – Camera Information – Solicita o nome e a orientação da câmara. De acordo com o direcionamento das faixas de vôo à orientação da câmara deve ser  $0^0$  para ficar da esquerda para a direita na hora do processo.

Visão Geométrica – View Geometry – define a orientação da câmara em relação ao alvo fotografado.

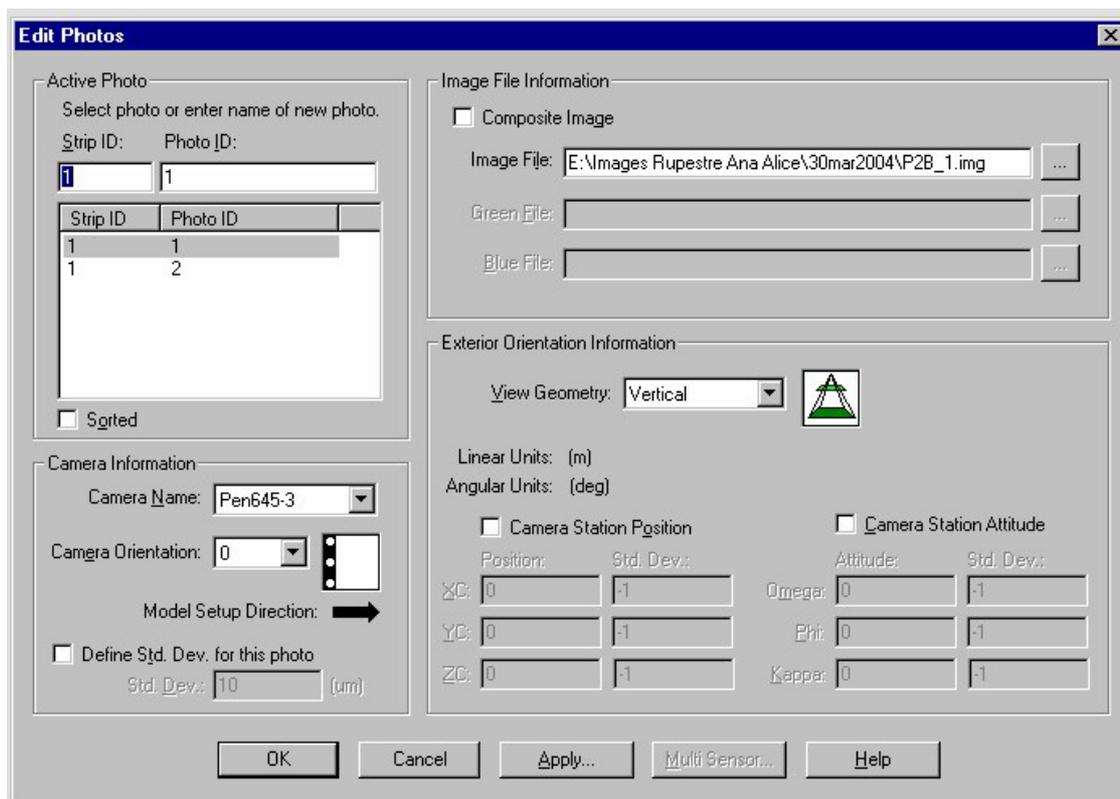


FIGURA 33 – Edição das fotos.

#### 5.1.10 Edição do modelo fotogramétrico.

Permite a geração automática dos modelos fotogramétricos, obtidos a partir da sobreposição da identificação das fotos. No identificador ID será inserido os números das fotos da esquerda para a direita.

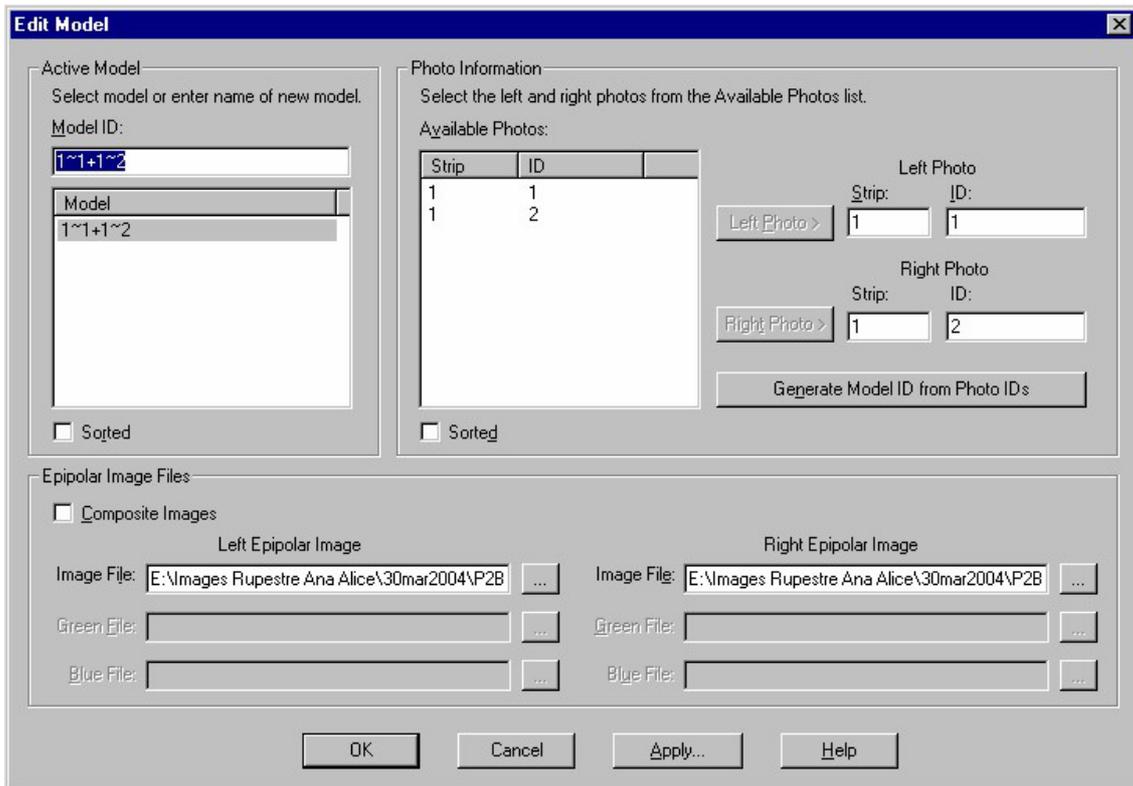


FIGURA 34 – Edição do modelo fotogramétrico.

### 5.1.11 Edição dos blocos.

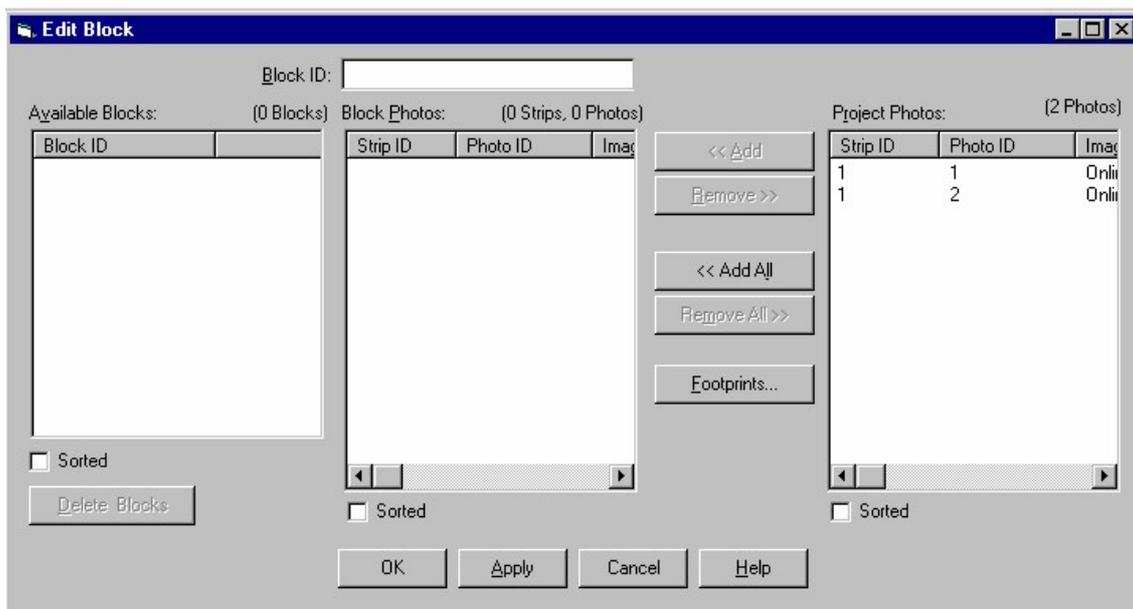


FIGURA 35 – Edição dos blocos.

Nesta etapa seleciona-se os identificadores ID, onde estas devem estar “on line”.

## **5.2 Imagestation Photogrametric Digital Mensuration – ISDM.**

Através do Imagestation Photogrametric Digital Mensuration – ISDM é realizada a medição dos pontos necessários para a orientação do par estereoscópico.

A orientação reconstrói a posição exata da câmara no momento da tomada da foto, através das coordenadas (X, Y, Z) e das três rotações (Kapa, Fi, Omega) para cada uma das fotos.

A orientação Interior – OI – relaciona as coordenadas da câmara com as coordenadas da imagem.

Orientação exterior – OE – subdivide-se em orientação relativa e orientação absoluta, reconstruindo a posição de uma fotografia em relação à outra.

Orientação relativa – OR – relaciona as fotos que possuem sobreposição.

Orientação absoluta – AO – relaciona as fotos com os pontos de controle.

### **5.2.1 Orientação Interior – OI.**

A orientação interior determina a relação entre as coordenadas da imagem (pixel) e as coordenadas fiduciais calibradas. Para se calcular a orientação interior da imagem deve-se medir um número mínimo de fiduciais, que depende do tipo de transformação que está sendo calculado.

Para testar a precisão é possível rever os resíduos e os parâmetros da transformação e conseqüentemente refazer as medições, apagar ou retirar os pontos. Os valores resultantes da orientação interna mostraram um resíduo máximo de 1.315 um e sigma 2.2.

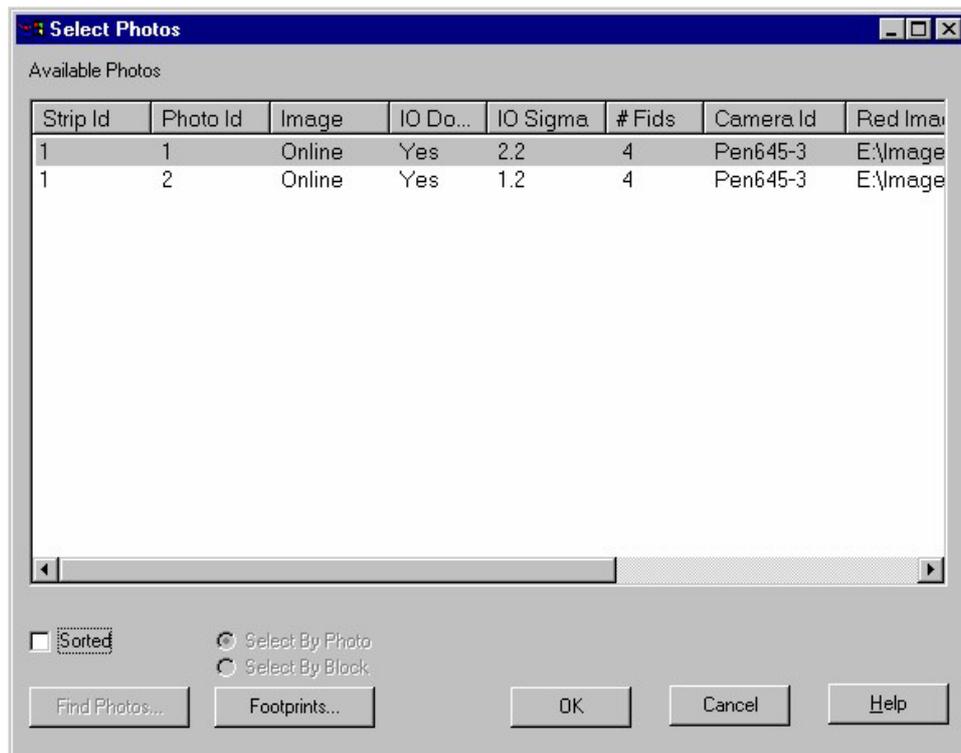


FIGURA 36 – Seleção das fotos para execução da orientação interior.

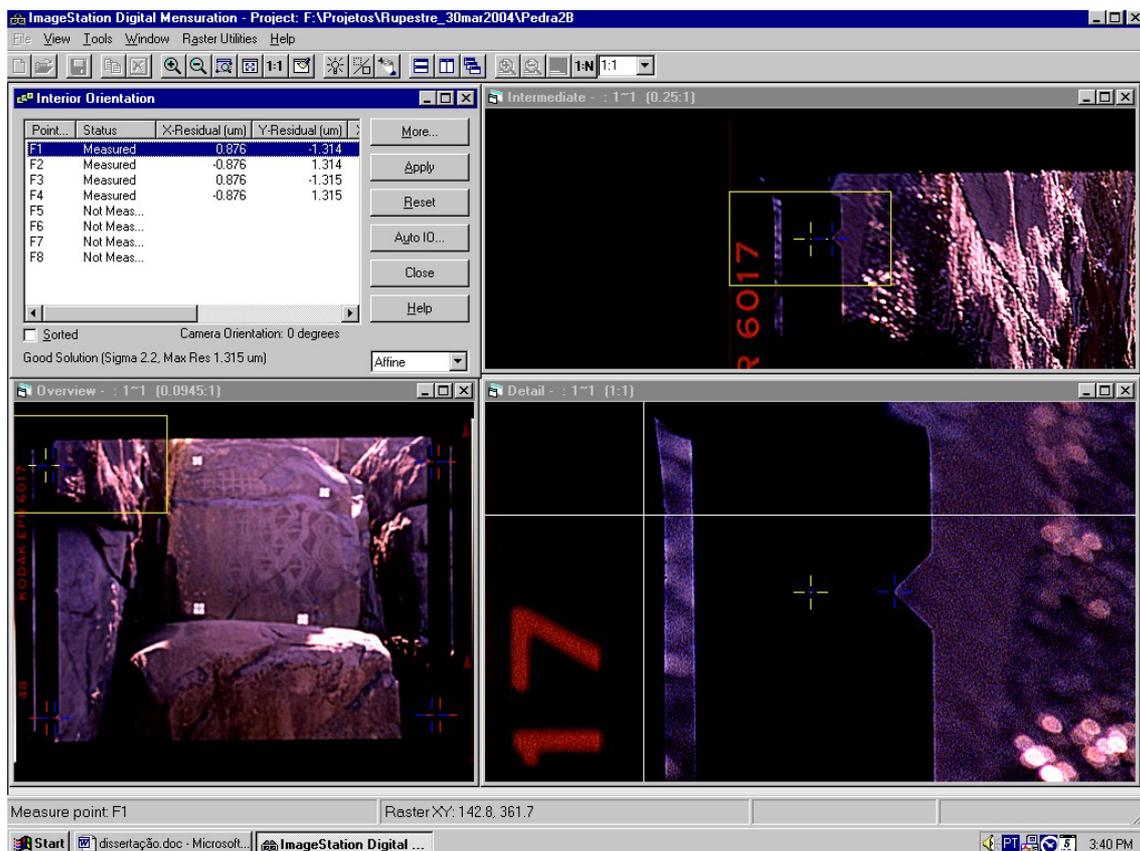


FIGURA 37 – Visualização das marcas fiduciais.

P...	St...	X-Resi...	Y-Resi...	X-Calib (mm)	Y-Calib (mm)	X-Obs (pixel)	Y-Obs (pixel)
F1	M...	0.876	-1.314	-26.149	17.013	292.839	431.726
F2	M...	-0.876	1.314	-26.265	-17.009	307.464	2857.606
F3	M...	0.876	-1.315	26.144	-17.009	4046.276	2826.086
F4	M...	-0.876	1.315	26.258	17.005	4031.764	400.403

Parameter	Value
X-Scale	0.014
Y-Scale	0.014
Rotation (...)	-0.008
Affinity (DD)	-0.001
Shift in X	-2169.800
Shift in Y	-1628.954

Good Solution (Sigma 2.2, Max Res 1.315 um)

FIGURA 38 – Resíduos em relação ao sigma – OI.

### 5.2.2 Orientação Relativa – OR

Orientação relativa entre duas imagens permite uma relação entre as coordenadas de um ponto e altitude das fotos. É possível selecionar um grupo de pontos de passagem (Tie points) e pontos de paralaxe (Parallax points). Os pontos de passagem são pontos de ligação entre duas fotos, porém deve evitar coletar pontos próximos um dos outros na área de sobreposição da foto. Os pontos de paralaxe são pontos marcados sobre feições gráficas bem definidas.

Os resultados desta transformação matemática são apresentados na forma de resíduos, paralaxe em Y e da somatória das redundâncias entre outros parâmetros estatísticos.

Para o cálculo da orientação relativa deve-se no mínimo ser medido 6 pontos, de forma bem distribuída no espaço de interesse. Podem ser medidos como pontos de paralaxe os pontos de controle e de checagem, sendo utilizados no processo como pontos de controle.

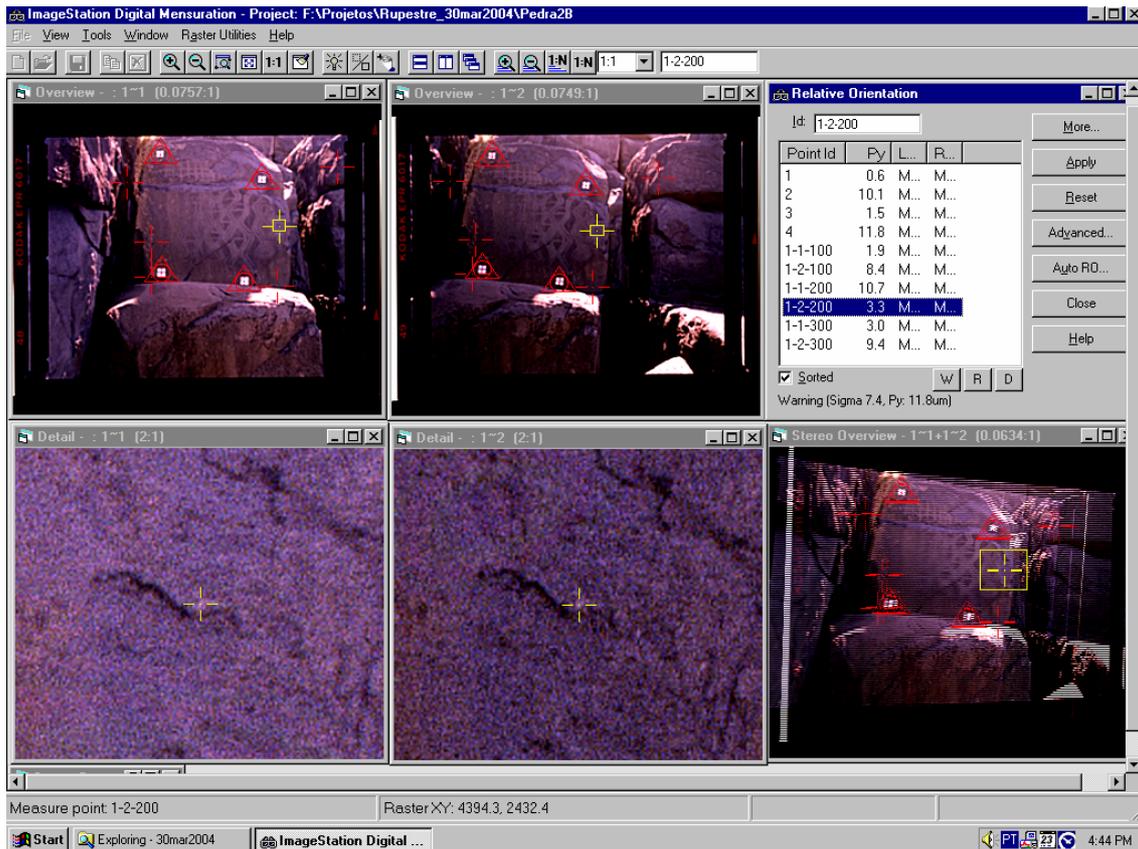


FIGURA 39 – Marcação da orientação relativa dos pontos.

Additional Relative Orientation Parameters

Point...	St...	Stri...	Ph...	Paral...	X-Residu...	Y-Residu...	Redundan...	X-Obs (mm)	Y-Obs (mm)
1	M...	1	1	0.6	-0.016	0.280	0.3	-5.855	-2.528
2	M...	1	1	10.1	-0.238	4.961	0.3	-15.967	-2.429
2	M...	1	2	10.1	0.488	-5.147	0.4	-2.974	-4.608
3	M...	1	1	1.5	-0.114	0.748	0.0	-5.904	17.327
3	M...	1	2	1.5	0.165	-0.761	0.0	-14.176	16.796
4	M...	1	1	11.8	-0.698	5.729	0.4	10.999	12.926
4	M...	1	2	11.8	1.067	-5.916	0.4	1.606	11.669
1-1-100	M...	1	1	1.9	0.124	-0.924	0.1	-11.497	12.843
1-1-100	M...	1	2	1.9	-0.184	0.944	0.1	-21.230	12.634
1-2-100	M...	1	1	8.4	0.508	-4.067	0.1	23.556	15.105
1-2-100	M...	1	2	8.4	-0.778	4.233	0.2	13.783	13.059
1-1-200	M...	1	1	10.7	0.440	-5.270	0.4	-7.361	2.705
1-1-200	M...	1	2	10.7	-0.734	5.397	0.4	-16.992	2.675
1-2-200	M...	1	1	3.3	-0.140	1.613	0.3	13.859	5.201
1-2-200	M...	1	2	3.3	0.234	-1.675	0.4	3.498	4.070
1-1-300	M...	1	1	3.0	-0.081	1.458	0.3	-7.462	-3.246
1-1-300	M...	1	2	3.0	0.155	-1.496	0.3	-17.552	-3.042
1-2-300	M...	1	1	9.4	0.201	-4.595	0.2	13.360	-4.800
1-2-300	M...	1	2	9.4	-0.430	4.777	0.2	2.623	-5.541

Parameter	Left Photo	Right Ph...
XC	0.000	10.242
YC	0.000	0.701
ZC	45.643	47.824
Omega	0.000	0.226
Phi	0.000	-1.742
Kappa	0.000	2.849

Withhold Reinststate Delete DOF: 5, Iterations: 4 Warning (Sigma 7.4, Py: 11.8um) Close Help

FIGURA 40 – Resíduos em relação ao sigma - OR.

### 5.2.3 Orientação Absoluta – AO.

Através da orientação absoluta se determina a relação entre as coordenadas do modelo e as coordenadas do objeto fotografado. Neste processo deve-se medir os pontos de controle, que são os pontos com coordenadas do objeto fotografado.

Para se calcular a AO deve-se medir no mínimo quatro pontos. O resultado são apresentados na forma de parâmetros da transformação e os resíduos entre os dados estatísticos. Após a definição da AO usa-se o MicroStation para a restituição fotogramétrica 3D.

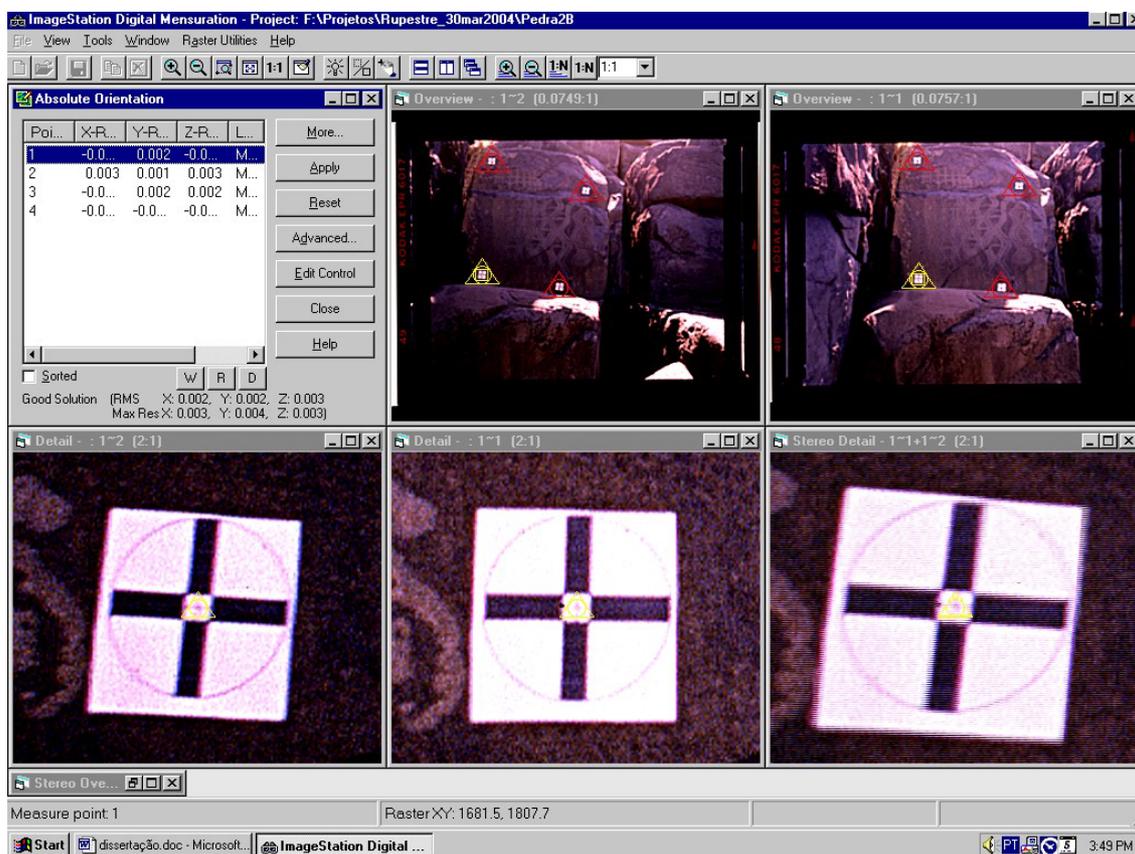


FIGURA 41 – Orientação absoluta com seus pontos de controle.

Point...	St...	Type	X-Re...	Y-Re...	Z-Re...	X-Adjusted	Y-Adjusted	Z-Adju...	Parameter	Left Photo	Right Photo
1	M...	Co...	-0.001	0.002	-0.003	99.999	100.002	9.997	XC	100.452	100.994
2	M...	Co...	0.003	0.001	0.003	100.799	99.874	10.003	YC	99.490	99.481
3	M...	Co...	-0.002	0.002	0.002	99.998	101.334	10.002	ZC	12.685	12.779
4	M...	Co...	-0.001	-0.004	-0.002	101.074	100.951	9.998	Omega	13.591	13.742
									Phi	2.129	0.379
									Kappa	-2.455	0.387

RMS	X	Y	Z	XY
Control:	0.002	0.002	0.003	0.002
Check:	0.000	0.000	0.000	0.000
Limits:	0.010	0.010	0.020	

Summary	
DOF:	5, Iterations: 4
Good Solution	
RMS OK	
Max X Residual	0.003
Max Y Residual	0.004
Max Z Residual	0.003
Angular Units: Degrees	
Linear Units: Meters	

FIGURA 42 – Resíduos em relação ao sigma - AO.

### 5.3 Imagestallation Feature Collection – ISFC.

O Imagestallation Feature Collection é uma série de ferramentas de gerenciamento das feições gráficas, no qual é composta por atributos gráficos e atributos alfa numéricos. Para a definição destes atributos utiliza-se do comando Feature Table, que compreende todas as definições gráficas.

Atributos alfanuméricos são características quantitativas e qualitativas das feições, tais como nome, área e código. Atributos gráficos são a visualização das feições ao nível gráfico, como cor e comandos de desenhos.

#### 5.3.1 Criação das feições.

Procedimento: Renomear Feature. Tbl;

Copiar Black. tbl para Feature. Tbl.

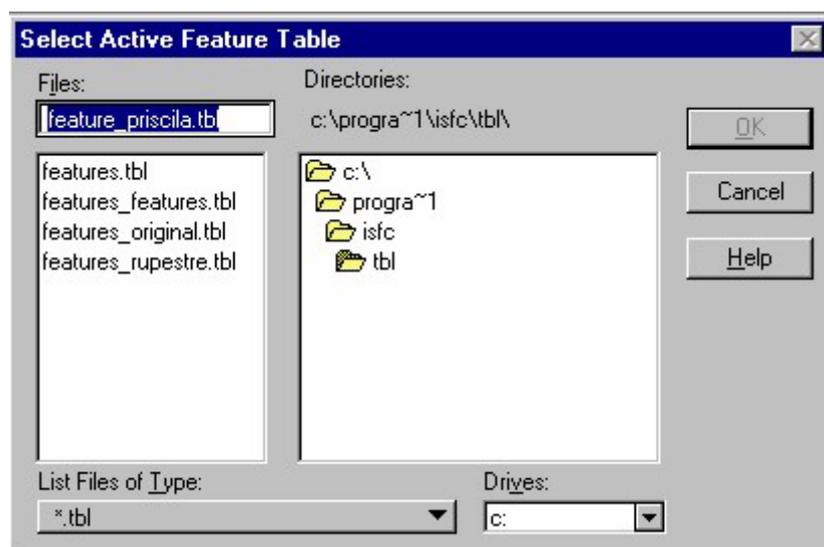


FIGURA 43 – Abertura do arquivo para a execução do ISFC.

### 5.3.2 Edição das feições.

Através deste comando permite editar feições existentes.

O nome da categoria – Category Name - foi preenchida como padrão default, no código das feições.

Feature Code - são definidos números e o nome das feições.

Feature Name – deve ser definida conforme o material a ser restituído.

### 5.3.3 Main.

Define o tipo de feição.

Exemplo:

Feature code = 01

Feature name = linha aberta

Cell library name = local onde se encontra o arquivo.

Feature type = tipo de feição (área, linha ou ponto)

Category = default.

### **5.3.4 Linear**

Aonde se define as características da feição, como estilo da linha, espessura, nível e cor.

### **5.3.5 Text.**

Permite a definição das características das feições relacionadas ao texto, tais como, fonte de texto, origem do texto, nível, espessura, cor, espaçamento entre linhas, número de caracteres, texto pré-definido para feição, altura e largura do texto.

### **5.3.6 Pattern.**

Neste ícone é possível definir os parâmetros para hachura e modelo, tais como, nome da célula para modelo, escada da célula, tipo de hachura, ângulo entre as linhas que compõem a hachura, espaçamento entre essas linhas e espaçamento entre colunas.

### **5.3.7 Espaçamento.**

Tolerância de localização – Locate Tolerance – Define a menor distância para a execução do comando Snap.

Fluxo Delta – Stream Delta – Para a definição de um vértice de linha é a menor distância entre dois pontos.

Tolerância de fluxo – Stream Tolerance - Para a definição de um vértice de linha é a maior distância entre dois pontos.

Tolerância de filtro – Stream Filter – Definição do valor para eliminação de vértices pequenos, deve ser próximo a 5% da escala.

Tolerância suavizada – Smooth Tolerance – Estabelece o fator de escala em x e y.

Tolerância suavizada Z – Smooth Z Tolerance – Estabelece o fator de escala para a suavização da linha no eixo Z.

Filtragem da escala Z – Filter Z Scale – Eliminação de vértices sobre o eixo Z em 3D.

Segmento de filtragem – Segment Filter – Permite a eliminação do segmento de uma linha menor que o valor definido.

### **5.3.8 Digitalização.**

Ações de digitalização – Digitizing Actions – Close = Ideal para áreas, pois fecha automaticamente o elemento e Pattern = após a digitalização, aplica um pattern sobre o elemento.

Modo de digitalização – Digitizing Modes – Pré define o comando para digitalização de feições gráficas.

Modo de digitalização secundária – Secondary Digitizing Modes – permite agrupar outro comando de digitalização para o comando primário.

### **5.3.9 Point**

Define os parâmetros para as feições gráficas, tais como, fonte de texto, o caracter para o elemento pontual, origem do texto, nível de espessura, cor do texto, nome, escala da célula, altura e largura do texto.

## 5.4 Imagination Stereo Display – ISSD.

O Imagination Stereo Display é o ambiente gráfico onde se realiza o trabalho de restituição através de um conjunto de ferramentas para a definição, digitalização tridimensional e edição das feições gráficas. O trabalho de restituição tridimensional deve ser feita com o auxílio dos óculos de visualização 3D CrystallEyes® Stereo Kit.

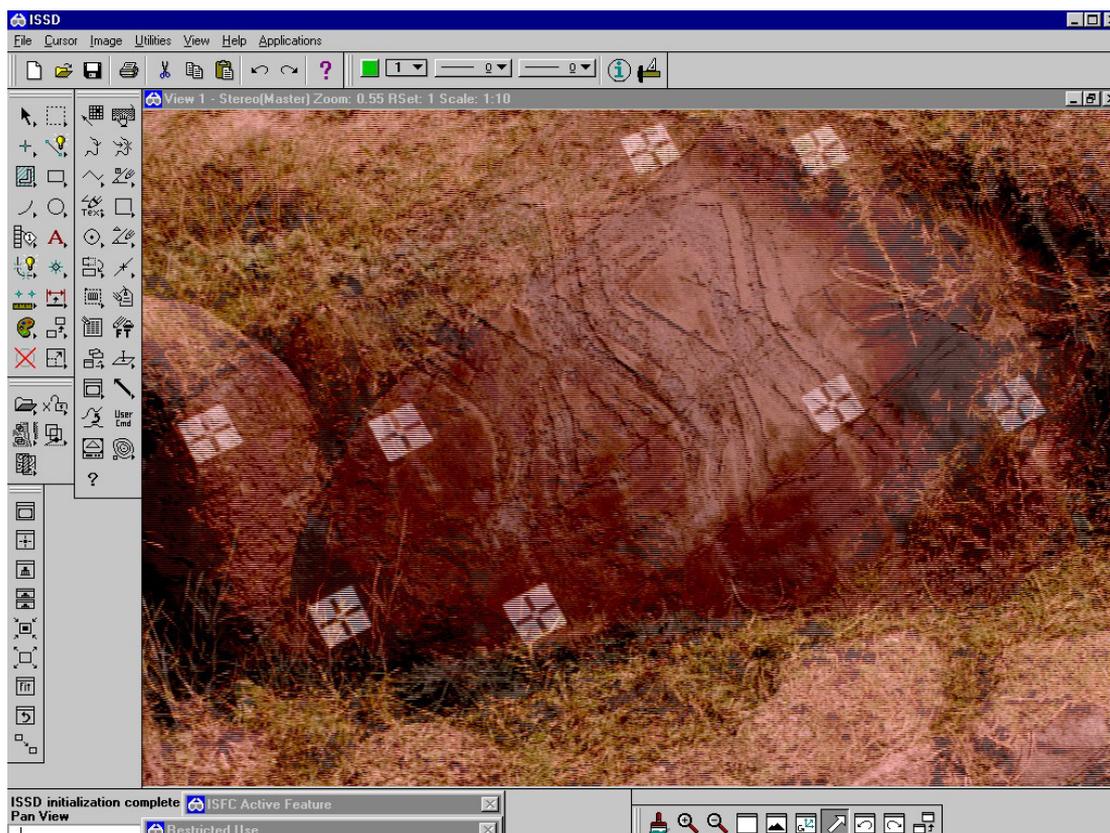


FIGURA 44 – Modelo 3D a ser restituído – San-N-I-1.

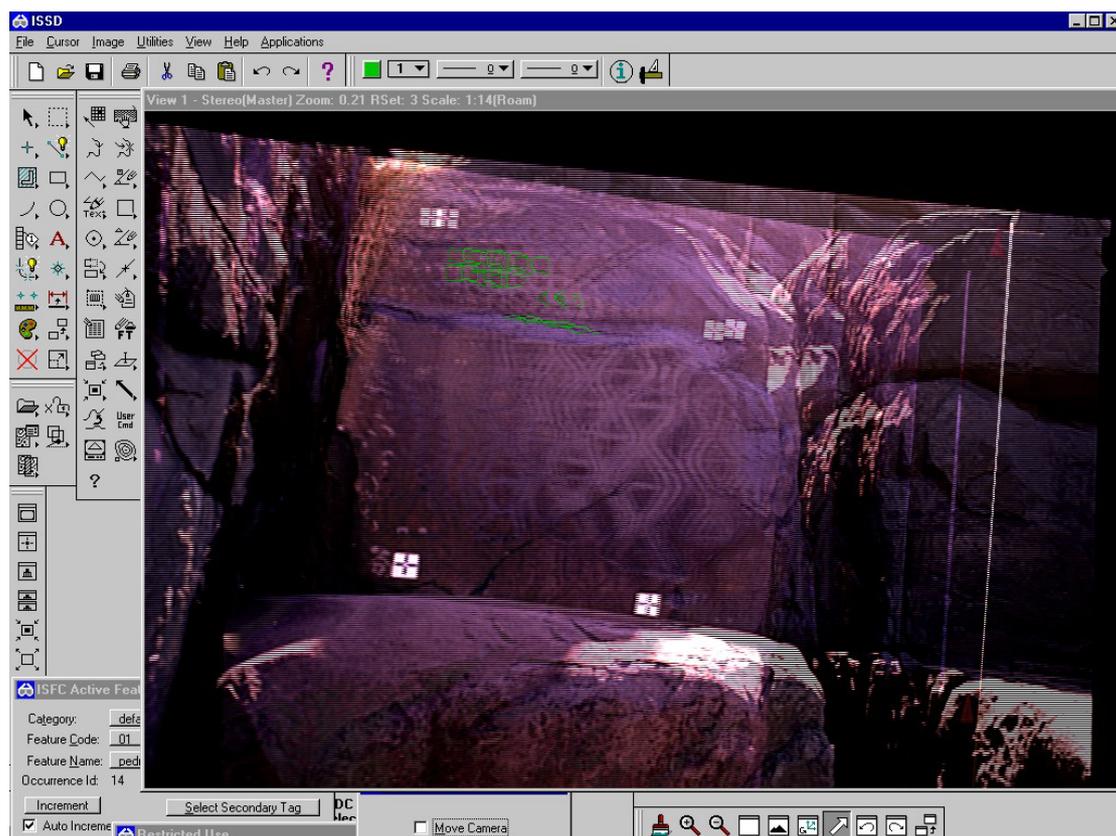


FIGURA 46 – Modelo 3D a ser restituído – San-N-I-2 e San-N-I-3.

### 6.1 Levantamento Fotogramétrico.

Após o levantamento fotogramétrico, as restituições obtidas foram editadas no programa auxiliar MicroStation SE V.7.1. O MicroStation trabalha de forma conjunta com o Imagestation Stereo Display – ISSD, isso é, a medida que a imagem é restituída no ISSD é gerada uma mesma imagem no MicroStation.

A partir desse programa foi possível definir a escala que o desenho será impresso, a espessura das linhas além de criar as margens e o selo.

Neste trabalho não foi inserido o Norte nas pranchas, devido ao fato do objetivo do trabalho são as linhas que compõem as inscrições rupestres e não o sítio arqueológico em si.



FIGURA 46 – Entrada para o MicroStation

### 6.1.1 Restituição fotogramétrica da inscrição rupestre \_ San-N-I-1.

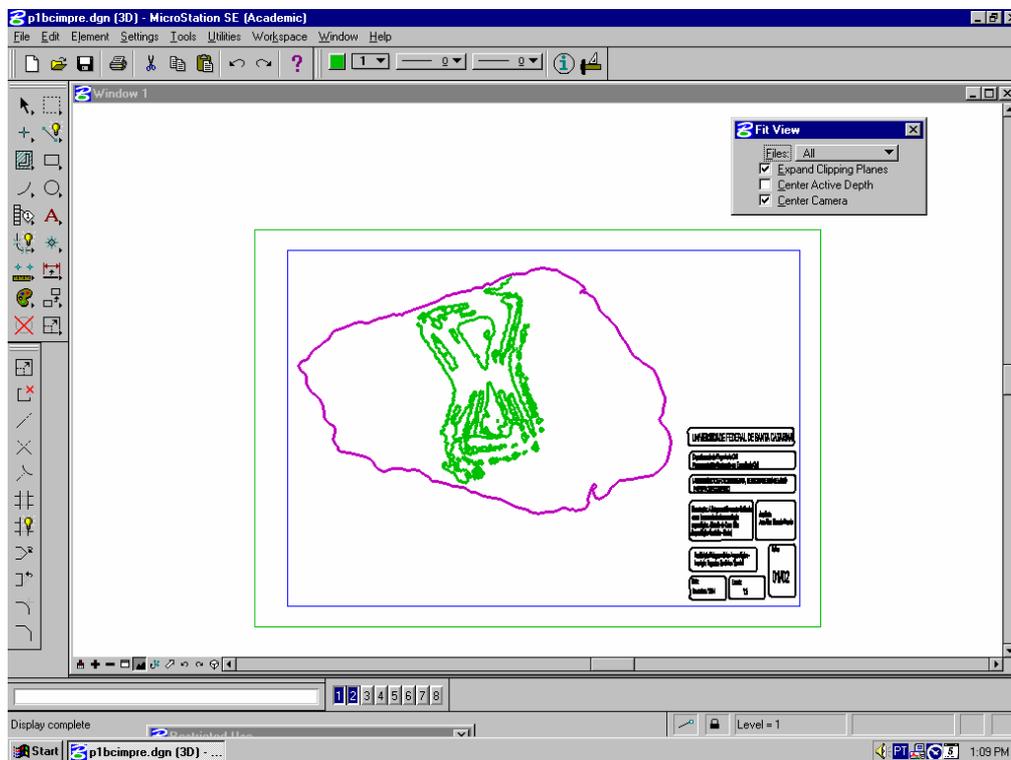


FIGURA 47 – Resultado fotogramétrico \_ San-N-I-1.

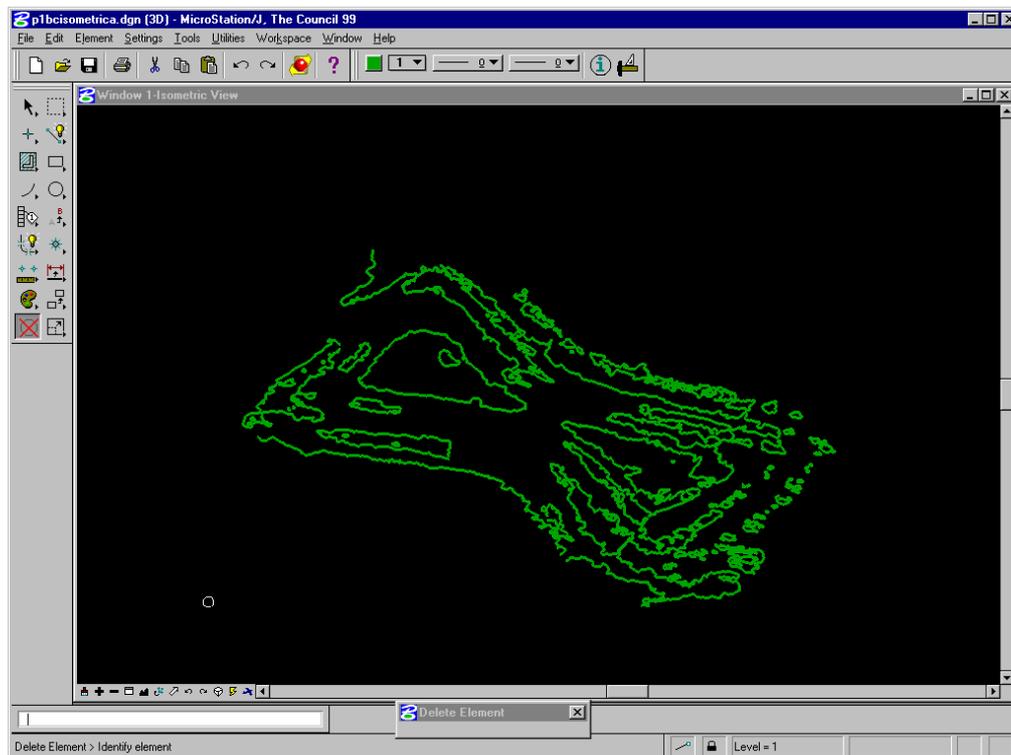


FIGURA 48 – Resultado fotogramétrico / isométrica \_ San-N-I-1.

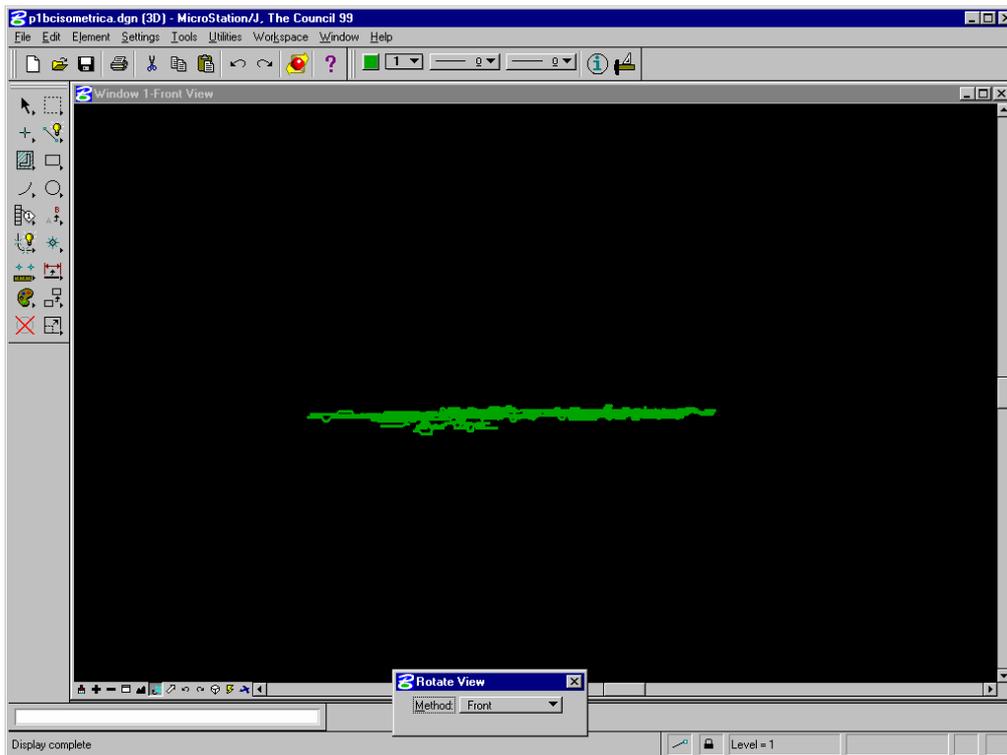


FIGURA 49 – Resultado fotogramétrico / 3D \_ San-N-I-1.

### 6.1.1 Restituição fotogramétrica das inscrições rupestres \_ San-N-I-2 e San-N-I-3.

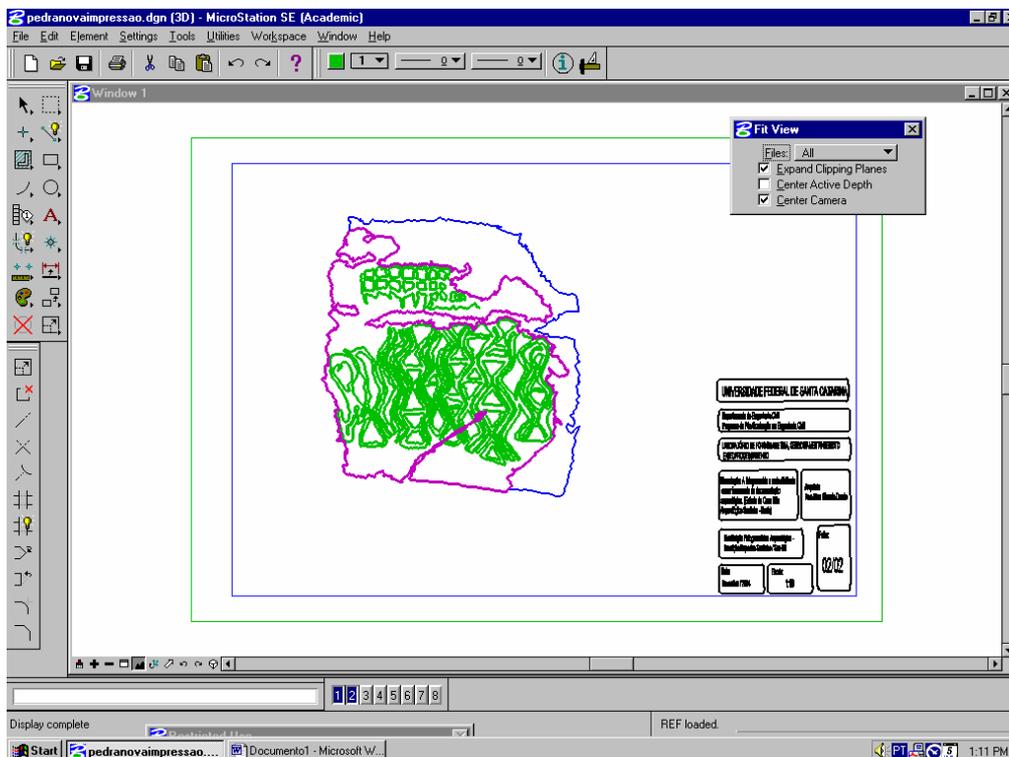


FIGURA 50 – Resultado fotogramétrico \_ San-N-I-2 e San-N-I-3.

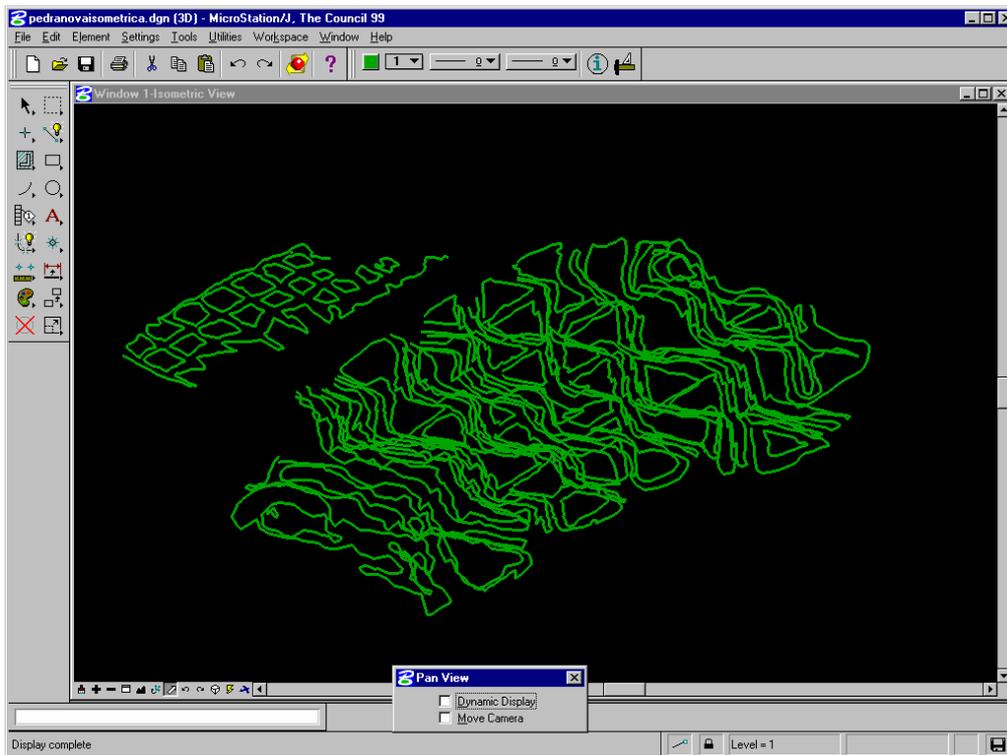


FIGURA 51 – Resultado fotogramétrico / isométrica\_ San-N-I-2 e San-N-I-3

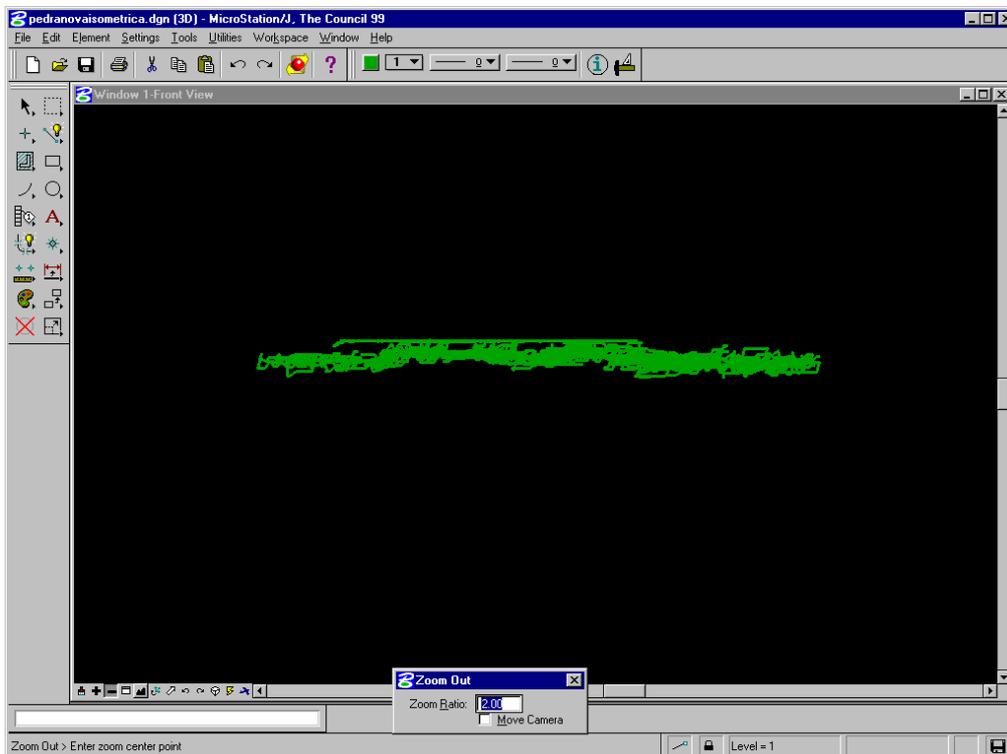


FIGURA 52 – Resultado fotogramétrico / 3D\_ San-N-I-2 e San-N-I-3

Infelizmente o descaso com relação à preservação patrimonial das inscrições rupestres é uma ação constante e atuante. Situações de pichações, tentativas de retirada da camada rochosa, aonde se encontra as inscrições ou a total destruição da rocha, somando a ausência de dados precisos; em ordem milimétrica; reforça a importância da documentação fotogramétrica, como forma de preservação cultural do nosso passado histórico.

Devido ao aperfeiçoamento e desenvolvimento das técnicas fotogramétricas que permitem uma restituição contínua, homogênea e objetiva dos objetos, a atuação da aplicação da fotogrametria se estende em diversas áreas.

O objetivo geral, assim como todos os objetivos específicos deste trabalho foram alcançados. Evidenciando a importância da aplicação da fotogrametria a curta distância na documentação arqueológica, no caso desta pesquisa, a documentação das inscrições rupestres. Principalmente por ser uma ferramenta de documentação que não necessita de contato direto com o objeto analisado, fator este, que auxilia a preservação do mesmo.

A geração de um modelo 3D em meio digital, realizada através das medições fotogramétricas nos permite uma documentação tridimensional, além de uma série de estudos e simulações. Tais como, análise da progressão erosiva, relação métrica das linhas e formas que compõe o petroglifo e comparações métricas com outros petroglifos do mesmo ou de outro sítio arqueológico.

Foi possível utilizar o software ImageStation SSK com sucesso, atingindo o grau de detalhamento desejado, nível milimétrico, na documentação das inscrições rupestres; mesmo levando em consideração que as dimensões das inscrições são pequenas comparadas ao estudo realizado anteriormente, fachada do quartel da tropa da Fortaleza de São José da Ponta Grossa.

Devido à escala utilizada nesta dissertação, as vistas isométricas das inscrições rupestres San-N-I-1, San-N-I-2 e San-N-I-3 apresentaram uma variação pouco significativa para visualização à olho nu na coordenada Z (figura 48 e 51), em consequência da profundidade milimétrica e da situação de vestígio que se encontra parte dos sulcos das inscrições rupestres analisadas. Através do ícone *analyze element* do software MicroStation é possível obter os valores das coordenadas tridimensionais da restituição das inscrições rupestres de forma precisa e sem falsa interpretação dos dados.

Os resultados obtidos com a câmara semi fotogramétrica Pentax PAMS 645, também apresentou sucesso em situação distância câmara x objeto inferior a 8m. A localização da maioria das inscrições rupestres são em costão de rocha, próximas do mar aberto em terrenos desnivelados, não sendo possível obter uma distância câmara x objeto igual a 8m.

Algumas das vantagens de arquivos 3D digitais são: economia de custos, redução na equipe e equipamentos utilizados, flexibilização do uso, arquivamento à longo prazo, velocidade dos dados e possibilidade de melhoramentos das imagens.

Para uma documentação fotogramétrica ser realizada de forma a se obter resultados satisfatórios, deve-se ter um cuidado na tomada das fotografias, para retratar da melhor maneira a situação real do objeto.

Para isso, as inscrições devem estar totalmente livres de obstáculos visuais, a luminosidade não deve provocar sombra na inscrição de forma a dificultar a leitura dos dados obtidos pela fotografia. Em determinados casos deve criar uma estrutura que auxilie a tomada das fotografias, tanto na ortogonalidade das fotos como no nivelamento do solo, que auxiliaria o posicionamento do tripé, a exemplo da formação de um deck.

As coordenadas tridimensionais forneceram medidas precisas em (x, y e z) o que tornou possível a geração do modelo 3D das inscrições rupestres analisadas, utilizando o sistema SSK Imagestation. Gerando a restituição fotogramétrica através da modelagem espacial, representado de forma realista a inscrição em meio digital.

Na etapa da restituição fotogramétrica deve-se ter cuidado e atenção nas inscrições ou áreas que se encontram em situação de vestígio, situação comum em alguns casos, para que não ocorra uma falsa interpretação dos dados.

Como sugestão para projetos futuro, através da modelagem 3D precisa, obtida através da fotogrametria a curta distância, desenvolver estudos sobre o desgaste dos sulcos seja através da ação da erosão ou da concentração de matéria orgânica. Assim como, a recriação de cenários virtuais em 3D que simule o sítio arqueológico aonde esta inserida as inscrições rupestres, gerando estudos e análises.

AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de. **Manual de arqueologia rupestre: Uma introdução ao estudo da arte rupestre na ilha de Santa Catarina e ilhas adjacentes.** Florianópolis: Ioesc, 2002. 88p.

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. 180p. Tese (Doutorado em engenharia de produção e sistema) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. **Manual of photogrammetry.** Fourth Edition. Virginia: Falls Church, 1980. 1187 p.01-173.

COELHO, Alexandre Hering. **Fotogrametria digital a curta distância aplicada à medição da configuração geométrica de elementos de instalações industriais.** Florianópolis, 2000. 179p. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade federal de Santa Catarina.

COOPER, M. A. R. e ROBSON, S. **Theory of close range photogrammetry.** IN: K. B. Atkinson (Edit). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. pg 9-51. 1996.

DALLAS, R. W. A. **Architectural and archaeological photogrammetry.** IN: K. B. Atkinson (Edit). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. pg 283 - 302. 1996.

DOWMAN, I. J. **Fundamentals of digital photogrammetry.** IN: K. B. Atkinson (Edit). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. pg 52-77. 1996.

**Florianópolis: A ilha das pedras sagradas.** Cadernos da Ilha. n<sup>o</sup> 1, ano 1. Florianópolis, Outubro do ano 2002.

FRYER, J. G. **Introduction.** IN: K. B. Atkinson (Edit). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. pg 1-7. 1996.

FUNARI, Pedro Paulo. **Arqueologia.** São Paulo: Contexto, 2003.

GARDIOL, Mario & PHILIPS, Jurgen. **Levantamentos externos e internos de edificações \_ Uma solução fotogramétrica.** In: IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais CD. Florianópolis, 2000.

GASPAR, Maria Dulce. **Os Ocupantes Pré-Históricos do litoral Brasileiro.** IN: Maria Cristina Tenório. Pré-História da Terra Brasilis. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ. pg 155-169. 1999.

GRUEN, A. **Development of digital methodology and systems.** IN: K. B. Atkinson (Edit). Close Range Photogrammetry and Machine Vision. Scotland: Whittles Publishing. pg 78-104. 1996.

HANKE K. **The Photogrammetric Contribution to Archeological Documentation of Prehistory.** ISPRS - International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIII, Part B5. Amsterdam 2000. pg 403.

**Ilha de Santa Catarina; relatos de viajantes estrangeiros nos séculos XVIII e XIX;** organizado por Martins Afonso Palma de Haro. – Florianópolis: Editora da UFSC, Editora Lunardelli, 1996.

JAUREGUI, L.M.. **Terrestrial Photogrammetry Applied to Architectural Restoration and Archaeological Surveys.** ISPRS - International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIII, Part B5. Amsterdam 2000. pg 403.

KARARA, H. M. **Non-Topographic Photogrammetry**. American Society for Photogrammetry and Remote sensing. 2 ed. United States : Edwards Brothers Incorporated, 1989.

KELER, Lucas. **Arte rupestre em Santa Catarina**. Florianópolis: Rupestre, 1996.

\_\_\_\_\_. **A arte rupestre do município de Florianópolis**. Florianópolis: Rupestre, 1997.

KERN, Arno Alvarez. **A carta internacional da arqueologia e os critérios básicos para a intervenção em sítios arqueológicos**. Coleção Arqueologia. Porto Alegre, EDIPUCRS, nº 1, v.1, p.17-35, 1995-96.

KRAUS, Karl. **Photogrammetry**. Fundamentals and standard processes. Volume 1. Viena, 1993.

LOCH, C. & LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática**. 4. ed. - Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

MARTINS, Jane Mara. **Implementação de um sistema de informação predial utilizando a fotogrametria digital a curta distância**. Florianópolis, 2000. 120p. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

MAVROMATI, D. et all. **Experiences in photogrammetric archaeological recording**. Commission V, WG 5. CIPA 2003 XIXth International Symposium, 30 September – 04 October, 2003, Antalya, Turkey.

MELLO, Emanuele Teles Ouriques de. **O mercado brasileiro para os sensores imageadores digitais suborbitais**. Florianópolis, 2002. 91p. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade federal de Santa Catarina.

PIRES, Christovão Dais de Avila Jr. **Cadastro fotogramétrico do Castelo da Torre de Garcia D'Avila**. Comissão IV, XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2003.

PHILIPS, Jürgen. **A restituição Digital para fins de Documentação Geométrica de Monumentos e Objetos Industriais**. IN: XVII congresso Brasileiro de Cartografia. Anais. Salvador, 1996.

PROUS, André. **Arqueologia brasileira**. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 1992.

ROHR, J. A. **Petroglifos da Ilha de Santa Catarina e Ilhas Adjacentes**. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas. 1969.

SEDA, Paulo. **Arte rupestre e reconstituição arqueológica: enfoque e contexto**. Coleção Arqueologia. Porto Alegre, EDIPUCRS, nº 1, v.1, p.469-488, 1995-96.

SILVA, Simone. **Monumentos históricos e fotogrametria**. In: IV Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais CD. Florianópolis, 2000.

**Uma cidade numa Ilha : relatório sobre os problemas sócio-ambientais da Ilha de Santa Catarina**. / Centro de Estudos Cultura e Cidadania – CECCA. – Florianópolis: Insular. CECCA, 1997. 248p.

VÖGTLE T. et all. **Photogrammetric Recording and Evaluation of the Market Gate of Miletus for Architectural Heritage Conservation**. Commission V, WG 5. CIPA 2003 XIXth International Symposium, 30 September – 04 October, 2003, Antalya, Turkey.

WESTPHAL, F. S. **A fotogrametria arquitetural digital como ferramenta ao planejamento urbano**. Florianópolis, 1999. 100p. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade federal de Santa Catarina.

YILDIZ F. et all. **Photogrammetric Works on Tonyukuk in Mongolia**. Commission V, WG 5. CIPA 2003 XIXth International Symposium, 30 September – 04 October, 2003, Antalya, Turkey.

ZANETTE, Ana Paula. **Um modelo de sistema de informação em 3D para o campus de UFSC utilizando os recursos da fotogrametria digital e estudos de sistemas de informações de campi universitários de diversos países pesquisados na internet**. Florianópolis, 2000. 94p. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade federal de Santa Catarina.

<http://www.iphan.gov.br>

[http://www.cartografia.org.br/xxi\\_cbc.htm](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc.htm)

**ANEXOS**

\*\*\*\*\*  
 = DISTORTION CORRECTION DATA ON FILM =  
 \*\*\*\*\*

R	ANG	45.0	135.0	225.0	315.0	AVERAGE
0.0		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.0		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3.0		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
4.0		0.002	0.003	0.003	0.002	0.003
5.0		0.004	0.005	0.006	0.005	0.005
6.0		0.007	0.009	0.010	0.008	0.008
7.0		0.011	0.014	0.015	0.013	0.013
8.0		0.017	0.020	0.022	0.019	0.019
9.0		0.024	0.023	0.030	0.027	0.027
10.0		0.033	0.038	0.041	0.038	0.037
11.0		0.044	0.050	0.053	0.047	0.048
12.0		0.057	0.063	0.067	0.060	0.062
13.0		0.071	0.079	0.083	0.075	0.077
14.0		0.087	0.096	0.101	0.092	0.094
15.0		0.105	0.115	0.121	0.111	0.113
16.0		0.124	0.136	0.142	0.131	0.133
17.0		0.145	0.158	0.165	0.152	0.155
18.0		0.167	0.181	0.190	0.175	0.178
19.0		0.190	0.206	0.215	0.199	0.202
20.0		0.213	0.231	0.241	0.224	0.227
21.0		0.237	0.256	0.268	0.248	0.252
22.0		0.260	0.281	0.294	0.272	0.277
23.0		0.282	0.306	0.319	0.296	0.301
24.0		0.303	0.328	0.343	0.318	0.323
25.0		0.321	0.349	0.365	0.337	0.343
26.0		0.336	0.367	0.384	0.354	0.360
27.0		0.348	0.381	0.400	0.367	0.374
28.0		0.354	0.390	0.410	0.375	0.382
29.0		0.355	0.393	0.415	0.377	0.385
30.0		0.349	0.389	0.412	0.372	0.381
31.0		0.334	0.377	0.402	0.359	0.368
32.0		0.309	0.355	0.382	0.336	0.346
33.0		0.273	0.322	0.351	0.302	0.312
34.0		0.225	0.277	0.307	0.255	0.258
35.0		0.162	0.217	0.249	0.194	0.205
36.0		0.083	0.141	0.175	0.117	0.129
37.0		0.015	0.047	0.082	0.021	0.041
38.0		0.132	0.068	0.030	0.094	0.081
39.0		0.272	0.204	0.164	0.232	0.213
40.0		0.437	0.365	0.324	0.395	0.380
41.0		0.629	0.554	0.510	0.585	0.569
42.0		0.851	0.772	0.725	0.804	0.788
43.0		1.105	1.022	0.973	1.056	1.039
44.0		1.394	1.307	1.257	1.343	1.325
45.0		1.722	1.631	1.578	1.669	1.650

=====

\* RESULTS OF CALIBRATION \*

=====

Ver.7.0 (1993/12/24)

LENS NAME : smc PENTAX-A 645 1:2.8 45mm  
 LENS CONDITION : 8.0 =  
 LENS NO. : 4121586  
 BODY NO. : 710073  
 DATE : 1995/08/11

		X(mm)	Y(mm)		X(mm)	Y(mm)
FIDUCIAL POINT	F1 :	-26.149	17.013	F5 :	-25.101	17.013
FIDUCIAL POINT	F2 :	-26.265	-17.009	F6 :	-25.220	-16.994
FIDUCIAL POINT	F3 :	26.144	-17.009	F7 :	25.101	-16.992
FIDUCIAL POINT	F4 :	26.256	17.005	F8 :	25.211	17.006
FIDUCIAL CENTER	FC :	0.000	0.000			
PRINCIPAL POINT	P :	-0.053	-0.049			
PRINCIPAL DISTANCE	C :	45.643 [mm]				
COEFFICIENTS OF RADIAL	D2 :	3.9853D-05				
LENS DISTORTION	D4 :	-2.8522D-08				
COEFFICIENTS OF ASYMMETRY	AA :	-3.1655D-05				
LENS DISTORTION	BB :	-1.2484D-05				
COEFFICIENTS OF ASYMMETRY	EE :	3.6656D-05				
LENS DISTORTION	P1 :	210.281 [deg]				
CORRESPONDING KARARA	:	0.500				
COEFFICIENTS OF ASYMMETRY	Q1 :	-7.9137D-06				
LENS DISTORTION	Q2 :	-4.6209D-06				

IPHAN		Sítios Arqueológicos	
Sobre o Iphan			Bens Tombados
Bens culturais			Sítios Urbanos
Pesquisa			Sítios Arqueológicos
Notícias	<b>Nome do sítio:</b> Santinho I		Bens Procurados
Legislação	<b>Outras designações e siglas:</b> FLN 077		Acervo Iconográfico
Programas e Premiação	<b>Município:</b> Florianópolis	<b>UF:</b> SC	Bibliotecas
Eventos	<b>Descrição sumária:</b> Paredão de diabásio gravado com círculos concêntricos, com pontos ou X no interior, linhas onduladas paralelas, figuras humanas.		
Cursos	<b>Altura máxima:</b> 8 m (a partir do nível do solo)	<b>Medição:</b> Estimada	
Links	<b>Área:</b> 100 m <sup>2</sup>		
Publicações do Iphan	<b>Unidade geomorfológica:</b> Planície		
Intranet	<b>Compartimento topográfico:</b> Planície litorânea		
	<b>Altitude:</b> 3 m (com relação ao nível do mar)		
	<b>Propriedade da terra:</b> terra pública		
	<b>Categoria:</b> Unicomponental		
	Pré-Colonial		
	<b>Tipo:</b> Arte rupestre		
	<b>Contexto de deposição:</b> em superfície		
	<b>Exposição:</b> céu Aberto		
	<b>Arte rupestre:</b> Gravura		
	<b>Grau de integridade:</b> entre 25 e 75%		
	<b>Fatores de destruição:</b>		
	Vandalismo		
	<b>Outros fatores naturais:</b> Erosão		
	<b>Outros fatores antrópicos:</b> / Mutilação de inscrições rupestres		
	<b>Medidas para preservação:</b> Sinalização.		
	<b>Relevância do sítio:</b> média		
	<b>Atividades desenvolvidas no local:</b> Registro, Levantamento de grafismos rupestres		
	<b>Nome do responsável pelo registro:</b> João Alfredo Rohr		
	<b>Nome da instituição:</b> Museu do Homem do Sambaqui		
	<b>Endereço:</b> Rua Esteves Júnior nº 711. Caixa Postal 135 - Centro.		
	<b>Cidade:</b> Florianópolis	<b>UF:</b> SC	
	<b>CEP:</b> 88010-970		
	<b>Fone/Fax:</b> (048) 2226877		
	<b>Bibliografia:</b>		
	Anais do Museu da UFSC, 1984, 20 pp.		
	<b>Responsável pelo preenchimento da ficha:</b> Rossano Lopes Bastos		
	<b>Data:</b> 18/8/1997	<b>Localização dos dados:</b> 11º CR	



