

Emprego da fotogrametria digital no mapeamento da área Antártica especialmente gerenciada da Baía do Almirantado

Norberto Dani¹
Sérgio Florêncio de Souza¹
Paula Debiasi¹
Siclério Ahlert¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas – NUPAC
Bento Gonçalves, 9500 – Agronomia – Porto Alegre – RS, Brasil
norberto.dani@ufrgs.br
sergio.florencio@ufrgs.br
pauladebiasi@yahoo.com.br
siclerio@yahoo.com.br

Abstract. This paper has the intention to divulgate the initial activities involving digital photogrammetry in the Universidade Federal do Rio Grande do Sul. The development of this project was only possible with the recent implementation of the laboratory of digital photogrammetry equipped with a Leica Photogrammetry Suite (LPS). The objective of the project is to generate a detailed topographic map of the area of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. This region concentrates all the Brazilian scientific activities in the ice covered continent and until now with a large scarcity of maps of the terrain in an adequate scale. In spite of the initial stage of the project, it was considered important to divulgate in this paper the first products using digital photogrammetry techniques, represented by the generation of orthophotos and controlled mosaics of part of the region. Preliminary evaluations of these products, using terrain features surveyed with GPS demonstrate the potentiality of this technique to generate detailed topographical base map of regions with large inaccessible terrain.

Palavras-chaves: digital photogrammetry, orthophoto, mosaic, Antarctica, fotogrametria digital, ortofoto, mosaico, Antártica.

1. Introdução

Pesquisas em andamento no Departamento de Geodésia e Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas (NUPAC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), estão sendo direcionadas para a montagem de uma infra-estrutura com capacidade para a geração de bases cartográficas com o emprego maciço da fotogrametria digital. Inicialmente, um dos principais objetivos é a edição de um mapa de detalhe, abrangendo à região onde esta instalada a Estação Antártica Comandante Ferraz (Brasil), localizada na Península Keller, Ilha Rei George (**Figura 1**). As dificuldades naturais para a obtenção de produtos de sensoriamento remoto da área para fins de mapeamento plani-altimétrico, associado a existência de recente levantamento aerofotogramétrico empreendido com sucesso na região, impulsionou o projeto de mapeamento para a utilização de fotografias aéreas. No momento, a base esta sendo gerada através do processo de ortorretificação de fotografias aéreas digitalizadas em alta resolução (2000 dpi). A região possui interesse especial devido as atividades científicas e logísticas desenvolvidas por vários grupos de pesquisa ligados ao Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) ou a organismos internacionais.

As crescentes atividades desenvolvidas na área estão exigindo bases cartográficas com escala adequada para a representação dos fenômenos em monitoramento na região. Atualmente, a base cartográfica existente foi gerada a partir de uma carta imagem formada a partir do georreferenciamento de imagens obtidas com satélite SPOT, gerando um produto final na escala 1/100.000 (Braun et al, 2001). Esta mesma carta imagem (**Figura 1**), vem servindo de base cartográfica para o SIG (Sistema de Informações Geográficas) em

desenvolvimento na região (Ahlert et al. 2004, Ahlert et al. 2003). Uma das metas com o trabalho de fotogrametria digital é a geração de uma nova base cartográfica em escala maior (possivelmente na escala 1/20.000), mais adequada para a representação dos estudos em andamento na área.

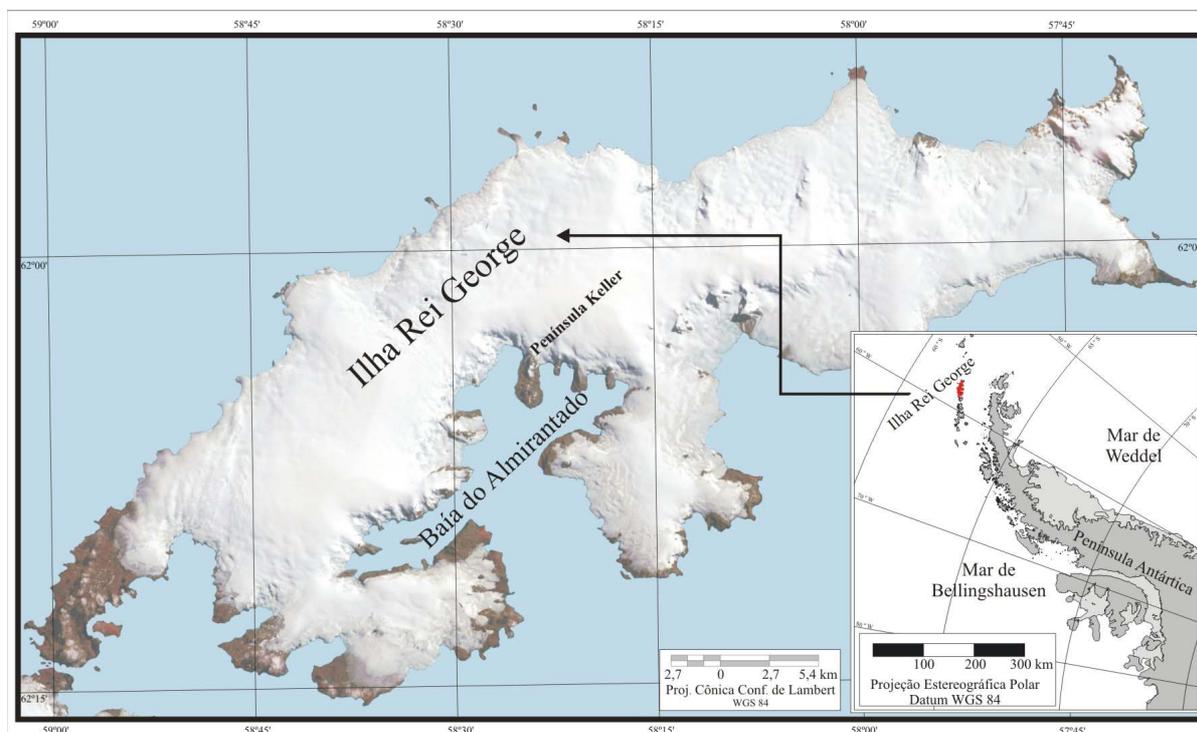


Figura 1: Mapa de localização da Península Keller e esboço da carta imagem da Ilha Rei George, utilizada como base cartográfica para a montagem do SIG envolvendo a Baía do Almirantado.

Neste trabalho, o principal objetivo é mostrar os primeiros resultados obtidos diretamente com as técnicas de fotogrametria digital e as facilidades que os sistemas atuais de mapeamento estão disponibilizando, principalmente em áreas de difícil acesso, como a Antártica.

2. Equipamentos e métodos

O projeto de fotogrametria em andamento, está utilizando as fotografias recentemente obtidas pelo Serviço Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, que inclui parte da Península Antártica e arquipélago de ilhas adjacentes. As fotos foram obtidas com câmara métrica modelo RC10 da Leica, com distância focal de 88,10mm, numa altura de vôo média de 4400m, resultando em fotografias com escala média de 1/50.000, arranjadas em linhas de vôo aproximadamente NE-SO com recobrimento longitudinal de 60% e lateral de 30%.

Para a implantação da metodologia de ortorretificação, escolheu-se um conjunto de três fotografias consecutivas centradas na área da Península Keller. As dificuldades próprias de uma área antártica, caracterizada por bruscas mudanças climáticas, terreno acidentado e em grande parte inacessível devido a cobertura de geleiras, impedem a realização de um levantamento aerofotogramétrico convencional, normalmente feito a partir da materialização prévia de pontos de controle. Os pontos de controle adotados para a região seguiram os

critérios de acessibilidade e possibilidade de fácil identificação na imagem fotográfica, optando-se por acidentes geográficos ao longo da linha de costa e altos topográficos.

Os pontos de controle abrangendo a Baía do Almirantado e a Península Keller, foram levantados com o uso de um par de receptores GPS, modelo Leica System 500, de frequência simples. O marco de referência está situado junto a Estação Comandante Ferraz, onde um dos receptores permaneceu constantemente ligado. O tempo de aquisição de cada ponto de controle pelo receptor móvel foi de 15 minutos, resultando em coordenadas de terreno E, N e h, no Datum Horizontal WGS84 e no sistema UTM. Adicionalmente, foram realizados levantamentos cinemáticos com GPS ao longo da linha de costa da Península Keller visando a verificação inicial dos resultados obtidos através do processo de ortorretificação.

O processo para a geração de ortofotos foi empreendido numa estação fotogramétrica digital modelo LPS (Leica Photogrammetry Suite), recentemente adquirida em projeto PROANTAR/CNPq e instalada no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria do Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O sistema LPS é um conjunto de ferramentas que permite realizar todas as tarefas de um projeto fotogramétrico, desde a importação de imagens até a extração de feições para a elaboração de uma carta, fazendo uso de algoritmos matemáticos para realizar as tarefas de medição de pontos, extração automática de pontos do terreno e medição de pontos com precisão ao nível de subpixel, arranjadas em módulos ou etapas, permitindo ao final a ortorretificação, a geração do mosaico e a própria restituição, conforme síntese visualizado no fluxograma da **Figura 2**. Neste trabalho, as atividades de pesquisa atingiram o nível da ortorretificação e a produção de mosaico de parte da região em estudo.

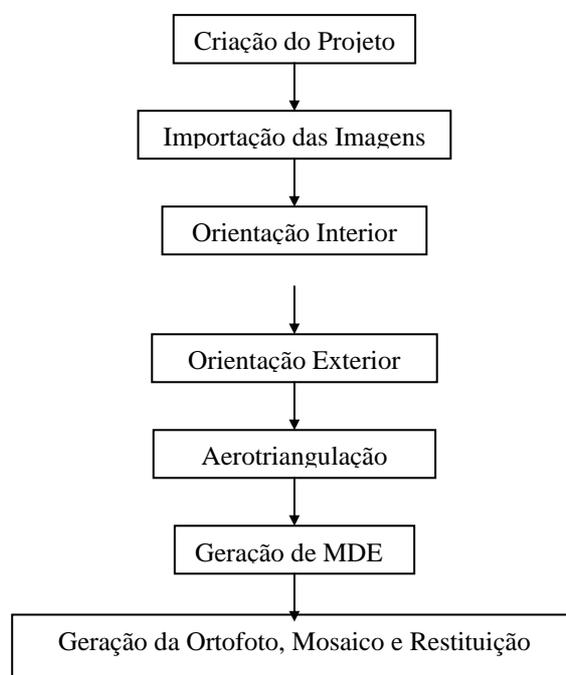


Figura 2: Fluxograma sintetizando as etapas para a geração de produtos de representação do terreno como a ortofoto, mosaicos controlados e atividades de restituição.

3. Resultados

Após a orientação interior e exterior feita a partir dos parâmetros de calibração da câmara e da localização de pontos de controle em cada imagem fotográfica, tem-se a possibilidade de reconstituir a linha de vôo, podendo-se dispor as fotografias do projeto de acordo com o terreno, bem como visualizar a distribuição dos pontos de controle ao longo da faixa de vôo (**Figura 3**). Embora o grande esforço empreendido nos trabalhos de campo na área, as particularidades da região mostram que a distribuição dos pontos de controle não é a ideal para um projeto fotogramétrico, existindo áreas com concentração de pontos e outras sem nenhuma informação do terreno.

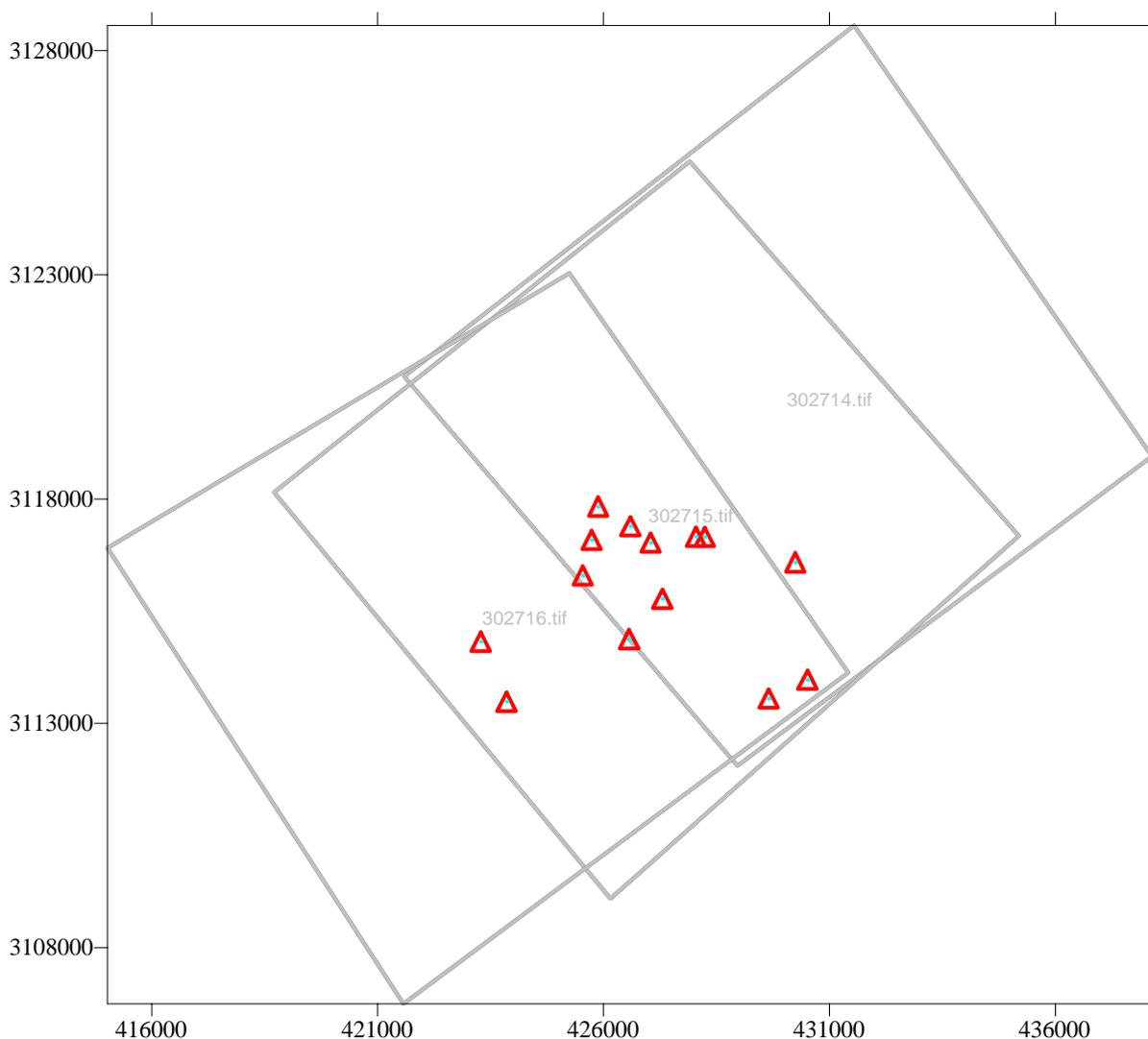


Figura 3: Croqui da distribuição das fotografias e dos pontos de controle utilizados para o projeto de ortorretificação da área da Península Keller.

Outra dificuldade imposta pelo tipo de terreno esta na localização dos pontos de passagem na região Grüberber das fotografias. A maior parte da área se encontra encoberta por um espesso manto de gelo, e sem alvos identificáveis no terreno, que permitam a localização segura de pontos homólogos nos pares fotogramétricos. Nesta etapa, a qualidade das imagens

é fundamental (resolução de 2000 dpi), pois pequenos detalhes do terreno, como fraturas e descontinuidades dentro das geleiras serviram de elementos de ligação entre os modelos fotográficos, permitindo o avanço do processo.

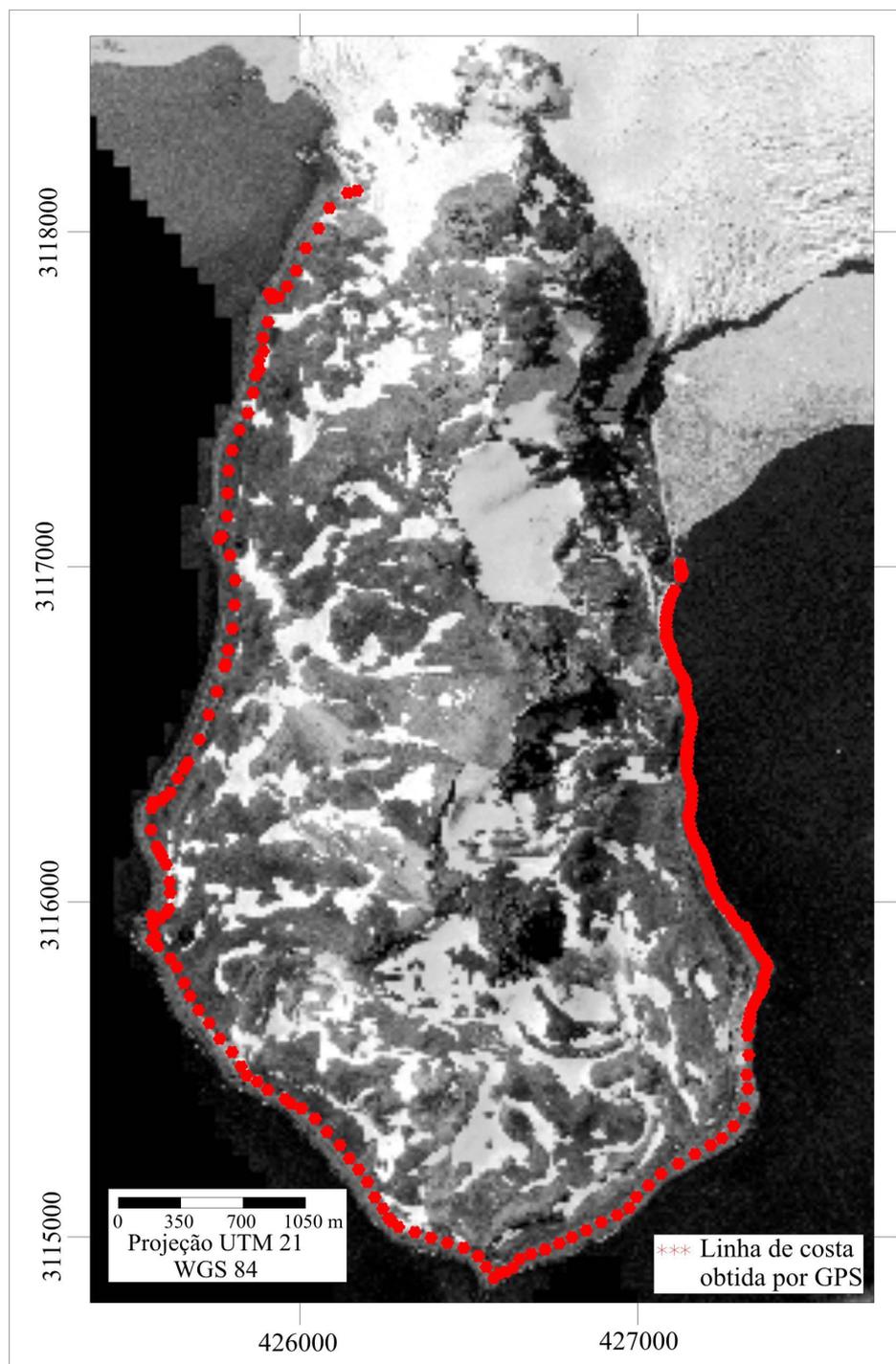


Figura 4: Comparação preliminar dos resultados de posicionamento de feições feitas através da ortofoto gerada pela Estação Fotogramétrica LPS e o levantamento *in situ* da linha de costa enfocando a Península Keller.

A aceitação da orientação exterior dentro de um nível mínimo de precisão, permitiu ao sistema entrar numa rotina de busca automática de pontos homólogos em toda a faixa de sobreposição das fotografias. Neste processo de aerotriangulação o sistema aumenta a densidade do número de pontos de apoio, criando uma base de dados apropriada para a etapa posterior que é a geração do modelo digital de elevação (MDE). Utilizando esta mesma base densificada, é possível neste estágio do projeto, fazer a geração de cada uma das ortofotos.

Nesta fase preliminar, cujo objetivo principal é o de estabelecer os procedimentos e rotinas para um projeto de restituição, não se empreendeu nenhuma rotina de avaliação da qualidade das ortofotos, em termos de precisão. Apenas uma verificação inicial foi feita através da comparação do posicionamento da linha de costa da Península Keller obtida através da ortorretificação com as informações diretas de campo. Na **Figura 4**, as coordenadas dos pontos da linha de costa, obtidas através de um caminhamento cinemático com GPS é plotado diretamente na ortofoto central, sendo que o grau de concordância entre as feições se mostrou bastante satisfatório para esta etapa dos trabalhos. No exame destas feições, deve-se salientar algumas particularidades da região, especialmente, a notável variação do nível do mar devido a oscilações da maré. Em certas porções da península, a linha de costa é formada por uma escarpa (setor NE, **Figura 4**), anulando o efeito da variação da maré no posicionamento da linha de costa. Noutros setores da península, existe uma linha de praia ampla e plana, com uma expressiva variação devido a oscilação da maré. Isto explica as aparentes discrepâncias entre a linha de costa estabelecida pela ortofoto com a obtida através do levantamento *in situ*.

Com as ortofotos, é possível a edição de um mosaico controlado da região compreendida pelas fotografias (**Figura 5**). A presença de blocos de gelo, icebergs e gelo marinho junto a enseadas da Baía do Almirantado tem dificultado a geração do MDE da área. Soma-se ao problema de algumas informações altimétricas processadas com GPS estarem com níveis de precisão não satisfatório. Este processo de reavaliação dos dados impediu no espaço de tempo disponível para este trabalho a apresentação do MDE, porém, os dados planimétricos estão bastante coerentes com as informações do terreno.

5. Conclusões

O processo de restituição digital, em implantação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vem mostrando um grande potencial para melhorar o conhecimento cartográfico de áreas com pouca informação do terreno e particularmente difíceis como o representado pela região da Ilha Rei George.

Os objetivos iniciais, centrados na instalação e domínio das atividades referentes a um projeto de ortorretificação e construção de mosaicos estão sendo alcançados pelo grupo de trabalho e certamente poderão contribuir para o desenvolvimento das atividades de restituição e cartografia no âmbito do estado do Rio Grande do Sul.

As atividades atuais referentes ao projeto, se concentram na verificação da qualidade do produto obtido com a estação fotogramétrica digital, identificando as etapas que deverão ser melhoradas, inclusive com reavaliação das informações obtidas a partir dos levantamentos de campo. Nas ortofotoimagens os erros são comuns ao processo, e tem origem desde a aquisição das fotografias, passando pela transformação do produto fotográfico em imagem digital, até o processo de manipulação destes produtos na estação fotogramétrica. O controle destes erros em níveis compatíveis com os produtos cartográficos pretendido é o próximo ponto a ser trabalhado para a geração de uma base cartográfica envolvendo a região Antártica.



Figura 5: Mosaico controlado obtido a partir das fotografias aéreas trabalhadas no projeto, abrangendo a Península Keller e parte da Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Antártica.

6. Referências Bibliográficas

- Ahlert, S.; Arigony Neto, J.; Bremer, U. F.; Dani, N.; Debiasi, P.; Nievinski, F. G.; Francelino, M. R.; Mews, F. L.. Sistema de Informação Geográfica para a AAEG Baía do Almirantado: uma ferramenta para o monitoramento de impacto ambiental. In: **Ecosistemas Costeiros e Monitoramento Ambiental da Antártica Marítima, Baía do Almirantado, Ilha Rei George**. Ed. Schaefer, C. E.; Francelino, M. R.; Simas, F. N. B.; Albuquerque Filho, M. R. Cap. 14, p. 119-134, Viçosa, 2004.
- Ahlert, S.; Bremer,U.F.; Dani,N. Sistema de Informações Geográficas para a área Antártica especialmente gerenciada Baía do Alimrantado. In : **XI Seminário sobre pesquisa Antártica**, p. 10.,2003, São Paulo.
- Braun, M.; Simões, J. C.; Vogt, S. Bremer, U. F.; Blindow, N.; Pfender, M.; Saurer, H.; Aquino, F. E. & Ferron, F. A. The compilation of a DTM and a new satellite image map for King George Island (Antarctica). **Geo-Spatial Information Science**, v. 4, n. 2, 47-51, 2001.
- Mikhail, Edward M.; Bethel, James S.; & McGlone, J. Chris; **Introduction to Modern Photogrammetry**, John Wiley & Sons, Inc. New York, 2001.
- Wolf, P.R. **Elements of photogrammetry: With applications in GIS**. 3.ed.McGraw-Hill, Boston, 2000, 608p.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e ao Programa Antártico Brasileiro pelo financiamento e apoio ao desenvolvimento do projeto (processo 550364/02-1). Da mesma forma, o agradecimento ao Serviço Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile por disponibilizar as fotografias aéreas utilizadas neste trabalho.