

Mapeamento de geomorfologia glacial com o uso de imagens Aster – "Ellsworth Mountains", manto de gelo da Antártica Ocidental

Sergio Zilberstein¹
Rosemary Vieira^{1,2}
Kátia Kellem da Rosa¹
Luiz Felipe Velho^{1,3}
Jefferson Cardia Simões¹

Centro Polar e Climático – INCT da Criosfera¹
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
90450-090 - Porto Alegre - RS, Brasil
serzil@terra.com.br
katiakellem@gmail.com
jefferson.simoies@ufrgs.br

Universidade Federal Fluminense – Campus de Campos de Goytacazes²
Rua José do Patrocínio, 71, Campos de Goytacazes, 28010-385, RJ, Brasil
rosenupac@yahoo.com.br

Instituto Federal Rio Grande do Sul – IFRS³
Rua Ramiro Barcelos, 2777, Santana, Porto Alegre, 90035-007, RS, Brasil.
lfvelho@gmail.com

Abstract. Ellsworth Mountains, located at West Antarctic Ice Sheet, are a wide mountain range composed by the southern Heritage Range and the northern Sentinel Range. Union Glacier and Horseshoe Valley are located at the former range. Considering the first Brazilian Antarctic Expedition, sponsored by the *Centro Polar e Climático/Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera*, during the summer of 2008/2009, to Independence Hills and Patriot Hills – southern tip of Ellsworth Mountains, they have noticed a lack of geomorphological and glaciological maps and "post images" to help them to reach and interpretate some of the field work areas. Thus, the idea of mapping the region to help researchers to move across the study area occurred, not only as a topographic map but also as a thematic one, involving the previous selected areas, distances, and the recognizable geomorphological features using available remote sensing methods and tools (such as ASTER images, with 15m spatial resolution and ArcMap, from ArcGIS 9.2 commercial software). Considering the wide study area, it has been required to prepare more than one cartographic product. The cartographic product will also contribute to the next expedition, to Union Glacier (West Antarctic Ice Sheet), between Heritage Range and Horseshoe Valley, during the summer of 2011/2012. The chosen projection was the Polar Stereographic Projection. Different scales were applied for each area according to the appropriated details level.

Palavras-chave: remote sensing, Antarctica, glacial geomorphology, sensoriamento remoto, Antártica, geomorfologia glacial

1. Introdução

Propõe-se neste trabalho o mapeamento geomorfológico glacial de áreas localizadas nas montanhas Ellsworth (*Ellsworth Mountains*), Antártica Ocidental (figura 1). As montanhas Ellsworth têm 360 km de extensão por 48 km de largura, e estão divididas em: cadeia Sentinel, ao norte, e cadeia Heritage, ao sul. Ao sul da cadeia Heritage encontram-se as áreas de estudos, especificamente a geleira União (*Union Glacier*) e, no vale da Ferradura, (*Horseshoe Valley*) os montes Patriot (*Patriot Hills*) e montes Independence (*Independence Hills*). Verifica-se a insuficiência de produtos cartográficos voltados à região de estudo. Assim, a elaboração de cartas-imagens temáticas, através de imagens obtidas pelo Sensor ASTER (Satélite Terra-SAR, NASA) facilitará deslocamentos, estimativa de distâncias e

tempos para a conclusão de trajetos, aumentará a segurança em condições de relevo de elevado risco, além de propiciar a identificação de feições geomorfológicas, tanto para monitoramentos quanto para auxiliar na identificação e localização prévia de alvos. Além disto, diante da variabilidade climática ocorrida na área de estudo, o mapeamento geomorfológico serve como subsídio para monitoramento de mudanças ambientais.

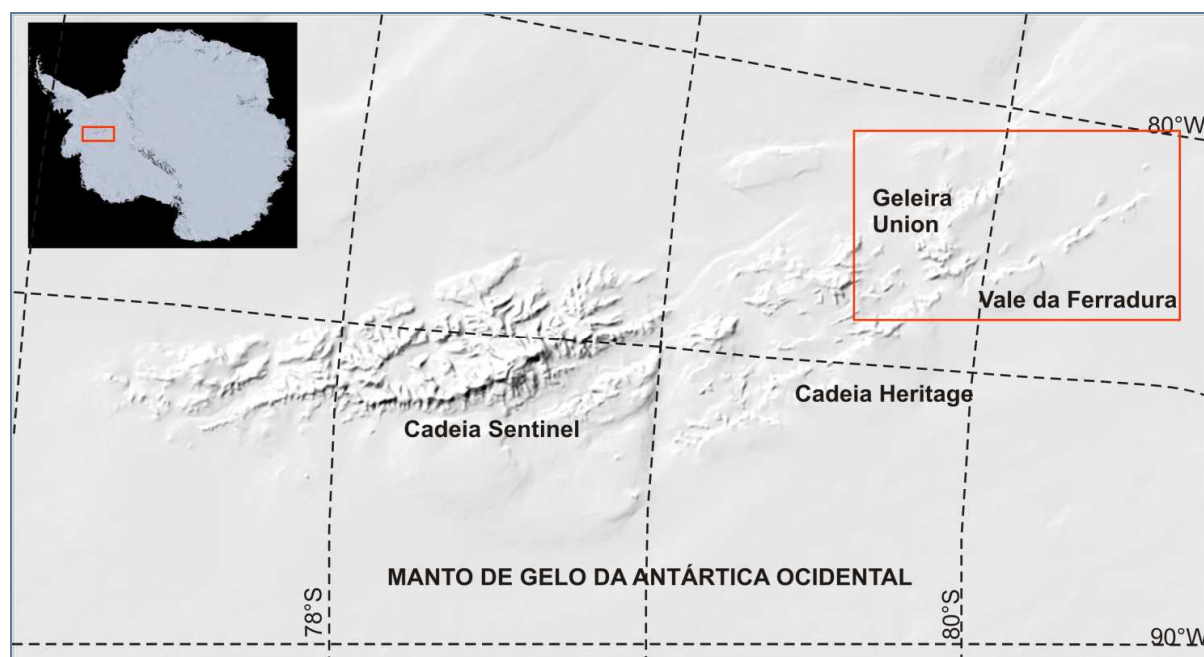


Figura 1. Geleira União e Vale da Ferradura.. O mapa apresenta a posição da área de estudos situada na extremidade sul-sudeste deste grupo de montanhas (delimitada pelo retângulo em vermelho).

O sensoriamento remoto oferece um conjunto de métodos e ferramentas que são úteis para monitorar diversos processos geomorfológicos (Florenzano, 2009) e podem auxiliar na investigação destes processos e feições, contribuindo para o estudo da dinâmica glacial em áreas de difícil acesso.

O mapeamento geomorfológico, gerado por meio de técnicas de interpretação, foi realizado usando taxonomias condizentes com os tipos de modelados glaciais e a escala espacial utilizada, enfatizando os processos geradores e transformadores destas formas resultantes. Esta interpretação é baseada em estudos anteriores nestes ambientes, que incluem atividades de campo e caracterização dos processos geomorfológicos.

2. Metodologia de trabalho

Para a identificação e mapeamento das feições morfológicas mais marcantes foram usadas imagens ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* – obtidas nos anos de 2004 e 2007), com resolução espacial de 15 m, utilizando as três bandas do visível. Foram introduzidos parâmetros de correção de projeção, sistema de coordenadas Estereográfica Polar e sistema geodésico de referência WGS84. Dados altimétricos foram obtidos do *Antarctic Digital Database (ADD)*, do *Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)*, em formato ESRI Arc/Info Export e convertidos para formato *shapefile*, utilizando o software comercial ARCGIS 9.2. Mapas e cartas-imagens geomorfológicos foram confeccionados usando legendas que carregam informações de morfologia e glaciologia

através de vetorização (figura 2). Foram utilizadas algumas fotos da expedição de 2008 para apoiar na confirmação de alvos.

Para a elaboração do mapa de elementos glaciológicos e geomorfológicos, a partir da interpretação das imagens de satélites, foram considerados os fatores fisionômicos das formas e o nível topográfico das mesmas.

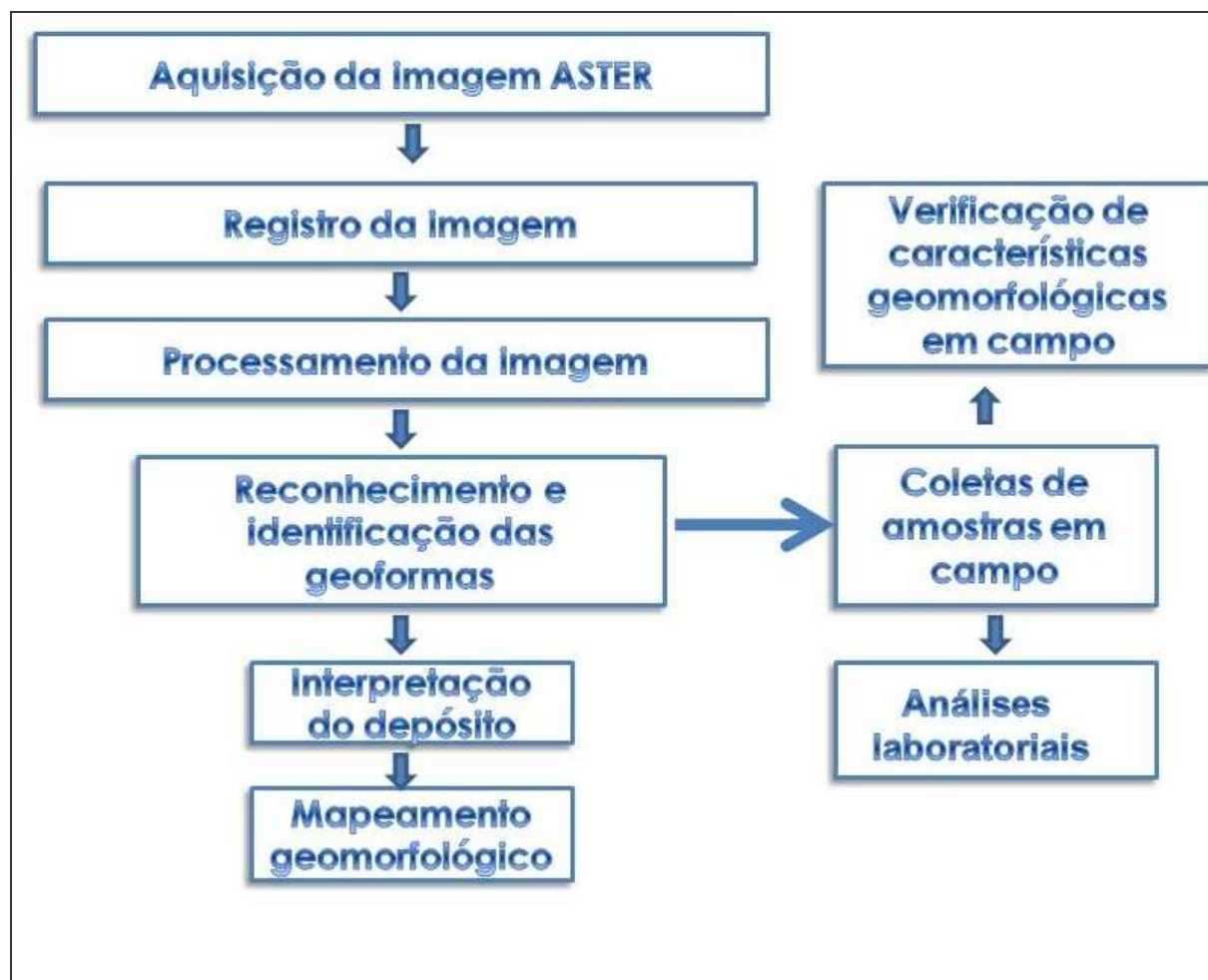


Figura 2. Organograma descritivo do método utilizado no trabalho.

A análise geomorfológica consistiu na identificação e mapeamento das formas de relevo, baseados nos aspectos fisionômicos das formas de relevo de acordo com a escala de observação usada. Foram utilizadas as combinações de bandas apropriadas das imagens satelitais para a interpretação visual de feições geomorfológicas e geológicas, e que provêm um melhor contraste entre gelo, rocha e vegetação, permitindo assim boa cobertura das áreas estudadas. A interpretação foi realizada com base nos elementos constantes nas imagens, tais como a forma, tonalidade, textura e o padrão. A identificação das formas estará baseada em Glasser e Jansson (2005), Glasser *et al.*, (2005), Smith e Clark. (2005), Gustavsson *et al.*, (2006) e em Hubbart e Glasser, (2005).

Atenção particular será dada às feições que marcam as antigas margens das geleiras, tais como morainas. As formas glaciais identificadas nas imagens foram digitalizadas em tela com o software comercial ArcGIS 9.2.

Para auxiliar na interpretação foi realizado um levantamento de campo, durante o verão de 2008 e 2009, identificando e interpretando as feições através de coletas de amostras de sedimentos e posteriores análises laboratoriais.

3. Resultados e discussão

As técnicas de sensoriamento remoto possibilitaram a identificação da geomorfologia glacial para a realização da análise dos processos morfogenéticos que operam na sua formação (figuras 3 e 4). Desta forma, os estudos referentes a estes ambientes contribuem na construção do entendimento sobre os processos que condicionam a formação da geomorfologia glacial.

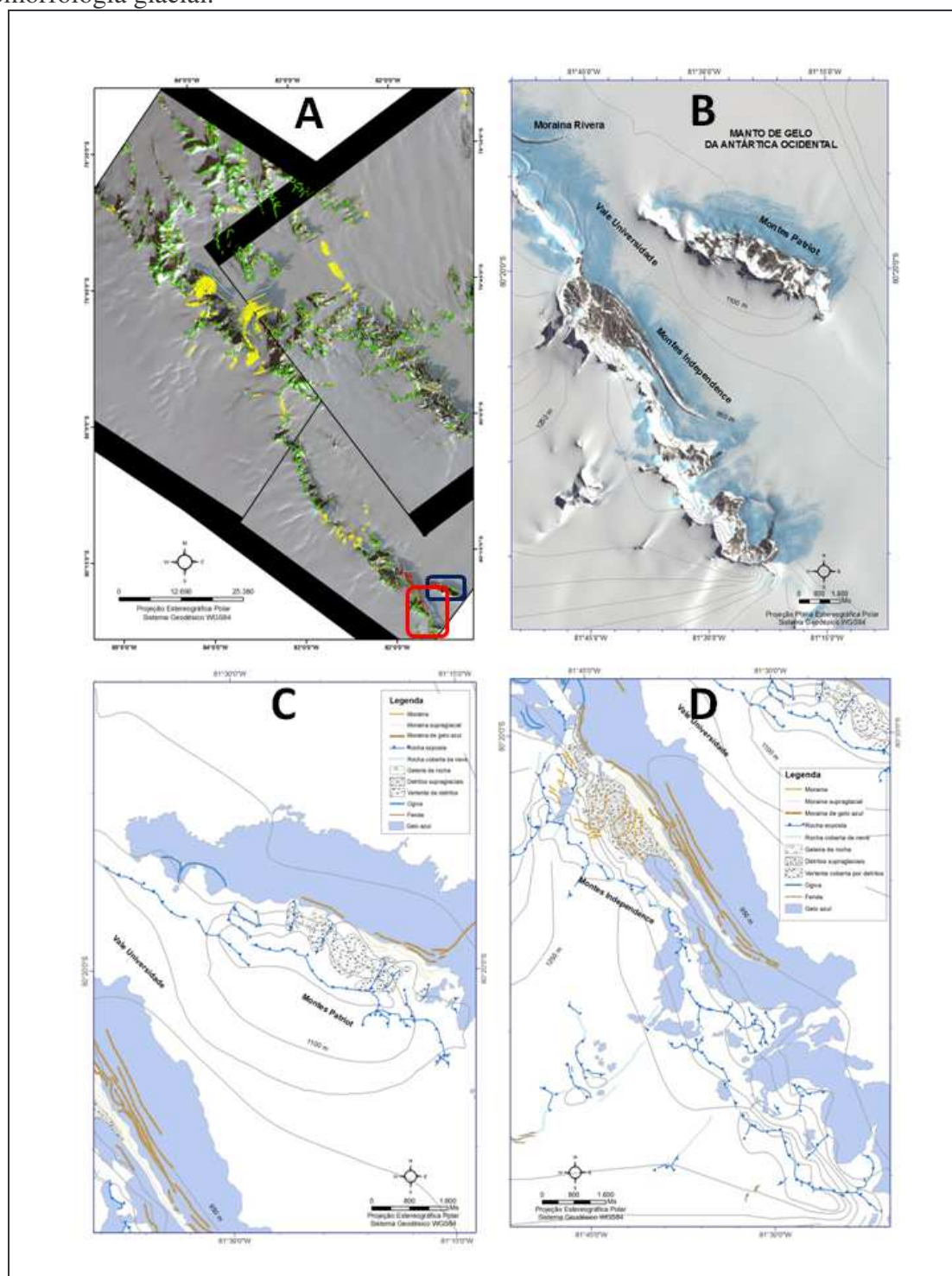


Figura 3. Imagem A: mapa geomorfológico do vale da Ferradura e da geleira União. Imagem B: carta-imagem hipsométrica dos montes Patriot e Independence. Imagem C: carta geomorfológica e hipsométrica dos montes Patriot. Imagem D: carta geomorfológica e hipsométrica dos montes Independence.

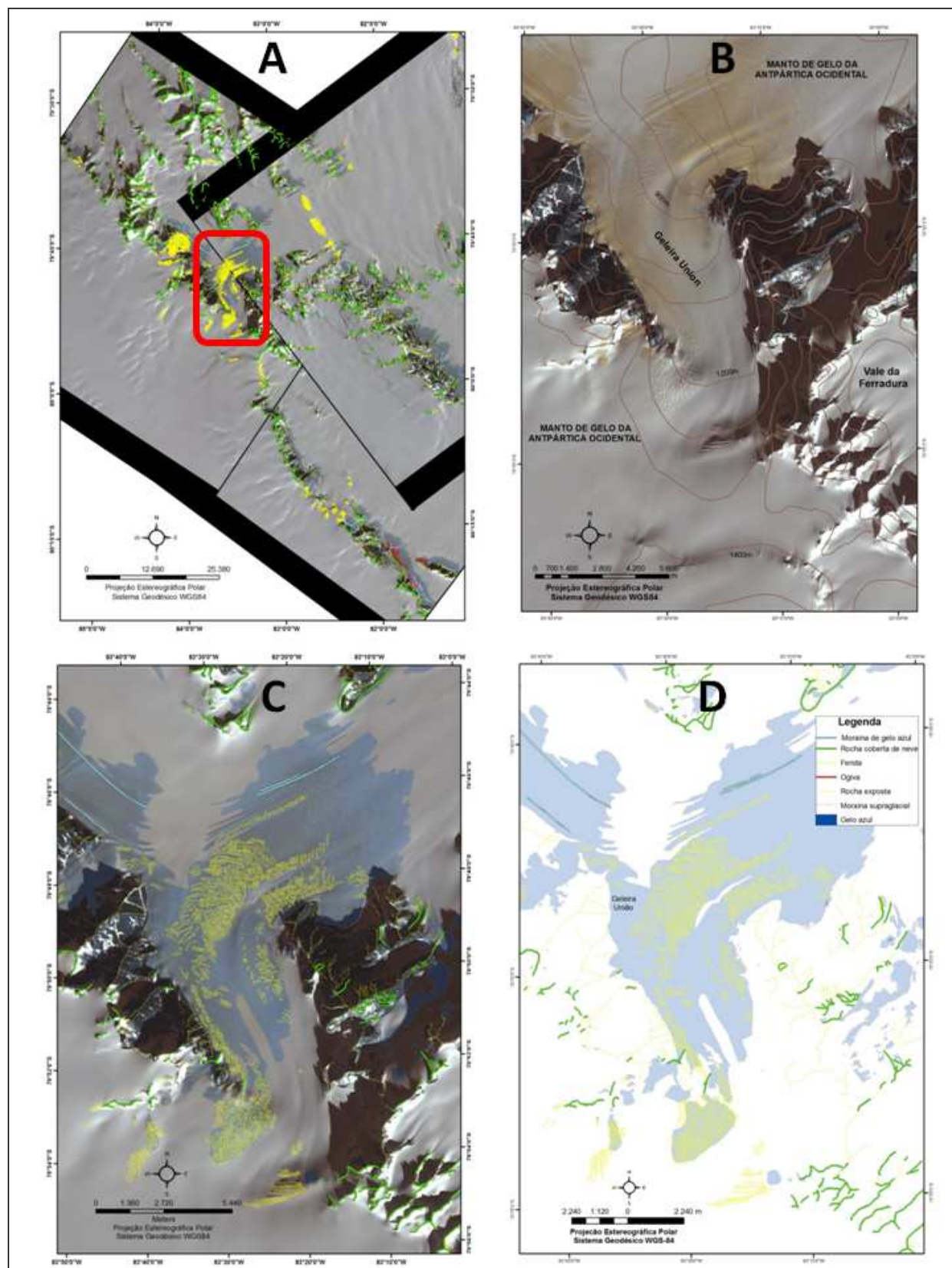


Figura 4. Imagem A: mapa geomorfológico da montanhas Ellsworth com a Geleira União em detalhe. Imagem B: carta-imagem hipsométrica da Geleira União. Imagem C: carta-imagem geomorfológica da Geleira União. Imagem D: carta geomorfológica da Geleira União.

Foram identificados feições glaciológicas e depósitos indicativos das extensões atingidas pelas geleiras, destacando-se as seguintes feições: morainas supraglaciais, morainas de gelo azul, rochas cobertas de neve, rochas expostas, fendas, ogivas e áreas de gelo azul, cada uma delas formada por processos dinâmicos próprios. Todas foram mapeadas na íntegra em cada área de interesse. Observa-se que o padrão de fluxo de gelo das geleiras é influenciado pela topografia local.

4. Conclusões

A realização deste projeto cartográfico propicia subsídios para a identificação, visualização e interpretação da dinâmica glacial e geomorfológica de uma importante área do manto de gelo da Antártica Ocidental. Montes Patriot e Independence apresentam formações geomorfológicas que sugerem ação climática, ação de fluxo de gelo e atividades de intemperismo. Além disso, fornecem registros sobre o comportamento do manto de gelo na escala do tempo. Desta forma, os mapeamentos geomorfológicos e glaciológicos gerados caracterizam-se como um produto cartográfico de síntese apoiado em atividades de campo, análises laboratoriais e processamento e interpretação de imagens.

As técnicas de interpretação possibilitaram identificar as geoformas glaciais da área de estudo, colaborando com trabalhos prévios realizados na área de estudo. Além disto, o mapeamento geomorfológico resultante constitui uma ferramenta de pesquisa que contribuirá com as atividades de campo a serem realizadas nestas áreas.

Agradecimentos

Ao CNPq (Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela Bolsa de Iniciação Científica e ao CPC (Centro Polar e Climático – INCT da Criosfera) pelo acolhimento e oportunidade.

Citações e Referências

- Florenzano, T.G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 320p.
- Glasser, N.F.; Jansson, K.N.. Fast-flowing outlet glacier of the Last Glacial Maximum Patagonian Icefield. **Quaternary Research**, 63, p. 206-211, 2005.
- Glasser, N.F.; Jansson, K.N.; Harrison, S.; Rivera, A. Geomorphological evidence for variations of the North Patagonian Icefield during the Holocene. **Geomorphology**, 71 (3-4), p. 263-277, 2005.
- Smith, M.J.; Clark, C.D. Methods for the visualisation of digital elevation models for landform mapping. **Earth Surface Processes and Landforms**, 30(7), p. 885-900, 2005.
- Gustavsson, M.; Kolstrup; E. Seijmonsbergen, A.C. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. **Geomorphology**, 77, p. 90-111, 2006.
- Hubberd, B.; Glasser, N. **Field Techniques in Glaciology and Glacial Geomorphology**. Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd., 2005.400 p.
- Vieira, R.; Rosa, K.K.; Ziberstein, S.; Velho, L.F.; Simões, J.C. Análises geomorfológicas das morainas supraglaciais e de gelo azul – Montes Patriot e Independence - Manto de gelo da Antártica Ocidental. **Livro de resumos do XVII Simpósio Brasileiro sobre Pesquisa Antártica**. São Paulo: USP, 2009. p. 118-118.