

Avaliação do Uso de Imagens de alta Resolução na Atualização de Mapas cadastrais urbanos

Paulo Márcio Leal de Menezes
Manoel do Couto Fernandes
Gustavo Mota de Souza
Pedro Henrique Ferreira Coura
Danielle Pereira Cintra

UFRJ – Departamento de Geografia – CCMN – IGEO
Laboratório de Cartografia - GeoCart
Rio de Janeiro, RJ
pmenezes@acd.ufrj.br

Resumo: O presente trabalho foi desenvolvido pelo Laboratório de Cartografia, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tendo como objetivo principal, avaliar a possibilidade de utilização de imagens de alta resolução (IKONOS, Quickbird e Geoeye), para atualização cartográfica planimétrica da área da Ilha do Fundão, onde se localiza a Universidade e diversos outros centros de pesquisa. Nos últimos seis anos, a Ilha do Fundão passou por grandes modificações, com a construção de novos e grandes centros de pesquisa, alterando sensivelmente a paisagem urbana edificada, bem como a densidade de população flutuante e a intensificação do tráfego de veículos, necessitando desta forma de ser realizado, praticamente anualmente, a sua atualização cartográfica. A Ilha conta com mapeamentos não muito recentes, de 1998, em escala 1:10.000 e 1:2.000. Dentro da metodologia aplicada, a superfície da ilha foi recoberta com uma rede de pontos levantadas por GNSS, com a utilização de 3 pares de receptores Asteck de uma freqüência. Foi utilizado o equipamento de uma freqüência, devido à proximidade do ponto fixo, com o uso da RBMC, tempo de rastreio de uma hora por ponto e frequência de 15s, o que forneceu uma precisão superior à necessária para a escala 1:10000. Foi estabelecida uma rede bastante densa, com 34 pontos, espalhados de acordo com a identificação nas imagens, ao longo da ilha. A precisão média de cada ponto determinado ficou em torno de + -5 cm. O georreferenciamento das imagens foi realizado com metade dos pontos, ficando os demais pontos para checagem da precisão final. Foram estabelecidas 3 distribuições de controle e checagem e cada imagem foi submetida às 3 distribuições. Os resultados obtidos mostram que independendo da resolução espacial, diferentes modelos de georreferenciamento e da distribuição dos pontos de controle, apresentam diferentes comportamentos relativos aos deslocamentos dos pontos de checagem. Em certos casos, a precisão alcançada foi inferior à necessária para se realizar a atualização planimétrica na escala definida. Para cada um dos ajustes foi elaborado um mapa de deslocamento dos pontos de checagem, mostrando o vetor em valor e direção de deslocamento. Para cada tipo de imagem foi definida a que melhor atendia o processo de atualização.

Palavras-chaves: Planejamento Urbano; Cartografia; Imagens de alta resolução; atualização cartográfica.

Abstract: This research was developed by the Laboratory of Cartography, Department of Geography, from the Federal University of Rio de Janeiro. The main objective of this paper is to evaluate the use of high resolution images (IKONOS, 2003 and 2005, and Geoeye, 2009 and 2011), for planimetric cartographic updating of the Fundão Island area, where is located the University and several research centers. In the last six years, the Fundão Island was completely changed, with building of new and big research centers, changing sensibly the urban landscape, as well as increasing the density of flotation population and a enormous intensification of vehicles traffic. These problems show the needs to be accomplished through a cartographic updating, practically year by year, once the most actualized cartographic support came from 1998, in 1:10.000 and 1:2.000 scales. The applied methodology started covering the surface island and surrounds with a control point network acquired by GNSS, using 4 single frequency Asteck receivers. The one frequency devices were used, due to the proximity of the base point, less than 2 Km on the far way point, tracking of one hour and 1s frequency. It was also used the RBMC (Brazilian Continuous Monitoring Network), time track of one hour for point and frequency of 15s. Both supplied the precision necessary for the 1:10000 scale. A quite dense network was

established, with approximately 50 points, scattered along the area. The medium precision of each point was around ± 5 cm. The image georeferencing was accomplished with half of the points. The other points were used as check points of the georeferencing. It were established 3 control and check distributions and each image was submitted to the 3 distributions. The results show that independent on the spatial resolution, for each different georeferencing models and control point distribution, different relative behaviors to the check points displacements occurred. In certain cases, the precision reached was inferior to the necessary to accomplish the cartographic updating in the defined scale. For each one of the adjustments a map of displacement of the check points was developed, showing the vector in value and displacement direction. For each image type it was defined the best distribution to assist the updating process. With the use of those images, it was built for each time, the updated map, showing the evolution of the urban landscape of the Fundão Island. To develop the final maps, vector maps in shape file, using the new Spatial Data National Infrastructure (INDE) was built.

Keywords: Urban Planning; Cartography; High resolution images; cartographic updating.

1 Introdução

A Ilha do Fundão foi inicialmente projetada para abrigar a Cidade Universitária, congregando as diversas Faculdades componentes da Universidade do Brasil, tais como a Faculdade de Medicina, na Praia Vermelha, Escola Nacional de Engenharia, no Largo de São Francisco, entre outras.

A concepção da construção de um local único que concentrasse todas as atividades da universidade data de 1935, quando se iniciaram os estudos para a escolha de um local que permitisse a agluturação de todo o complexo universitário da Universidade do Brasil.

Dez anos de estudos (de 1935 a 1945), elaborados por diversas comissões, levando-se em consideração diversos locais, segundo os quais a Universidade deveria ser urbana e apresentar condições de abrigar em um mesmo campus todas as suas organizações de ensino, pesquisa, cultura, assistência técnica, residências, esportes, administração e serviços, além de museus, bibliotecas, jardins, hortos, etc. Os locais, na área da cidade do Rio de Janeiro foram os seguintes: Ilha Universitária, Manguinhos, Ilha do Governador, Fazenda Boa Esperança, Ilha do Governador (outra área), Vila Valqueire, Niterói, Quinta da Boa Vista, Praia Vermelha, Gávea e Castelo.

Em 1948 foi definido estabelecer a Cidade Universitária em uma ilha criada artificialmente na baía de Guanabara, situada no Estuário de Manguinhos, Enseada de Inhaúma - formada pelos rios Jacaré, Farias e Timbó.

Entre 1949 e 1952, oito ilhas: Fundão, Baiacu, Cabras, Pindaí do Ferreira, Pindaí do França, Catalão, Bom Jesus e Sapucaia, foram aterradas e interligadas, totalizando uma superfície de 5,9 milhões de metros quadrados. O então presidente Juscelino Kubitscheck, em 1959, denominou, através do Decreto 47.535, a ilha resultante da fusão do arquipélago das oito ilhas, como Ilha da Cidade Universitária da Universidade do Brasil.

Atualmente, a Ilha da Cidade Universitária possui cerca de 60 unidades acadêmicas e instituições afins conveniadas, além de setores técnicos, esportivos e administrativos da Universidade do Brasil, em uma estrutura bastante diferente do projeto original. A malha urbana e os complexos arquitetônicos da cidade universitária ocupam em torno de 30% da área atual da Ilha. Sua população diária gira em torno de 60 mil pessoas, que circulam entre as várias organizações que mobiliam o complexo.

Com o objetivo de tornar a Cidade Universitária um pólo tecnológico, diversas outras instituições de pesquisa, científicas e culturais, algumas das quais complementam ou se integram as atividades da Universidade, instaladas através de convênios de cessão de uso de áreas do terreno, que é de gestão federal. Assim, instalaram-se no campus importantes instituições, tais como o Instituto de Engenharia Nuclear da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (CENPES), Centro de Pesquisas da Eletrobras (CEPEL), Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Parque Tecnológico do Rio de Janeiro (em implantação) e a Cia Cmdo da 1a RM, do Exército Brasileiro, que teve sua área permutada com a Prefeitura do Rio. Por outro lado, o Projeto UFRJ 2020 prevê um intenso desdobramento das unidades de ensino, bem como dos equipamentos urbanos, que serão colocados à disposição dos usuários.

Por sua vez, o entorno que cerca a Ilha Universitária também se apresenta como uma área de grandes modificações, tanto físicas quanto antrópicas, que por sua vez exercem pressões sobre a área da Ilha Universitária, produzindo efeitos bastante adversos, como os causados pelo crescimento da violência urbana. Este entorno pode ser demarcado pela área hoje ocupada pelo Complexo da Maré, ponta do Galeão e Ponta do Caju. Cada uma delas tem um determinado efeito sobre o elemento central, causando impactos diferenciados.

O objetivo deste trabalho é apresentar não só a evolução de sua paisagem, através de um conjunto de imagens de alta resolução, como também mostrar a viabilidade de seu aproveitamento para a atualização planimétrica e possivelmente altimétrica das alterações ocorridas, através de uma rede de pontos determinadas através do GNSS, permitindo um georreferenciamento preciso o suficiente, para que seja utilizado. Desta forma, será estabelecido e aprovado, um processo de acompanhamento da evolução urbana da área, economicamente viável por ser de custo inferior aos processos fotogramétricos, porém suficientemente preciso para que seja possível acompanhá-lo adequadamente.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Curiosamente a área da atual Ilha do Fundão está contida em uma única folha da Carta 1:10 000 do Município e Estado do Rio de Janeiro, a saber a folha 262E, delimitada pelas coordenadas:

Ponto	Latitude	Longitude
1	-22° 52' 30"	-43° 15' 00"
2	-22° 50' 00"	-43° 15' 00"
3	-22° 50' 00"	-43° 11' 15"
4	-22° 52' 30"	-43° 11' 15"

A figura 1 apresenta a folha 262E, na escala 1: 10.000, elaborada pela então Fundação do Desenvolvimento da Região Metropolitana – FUNDREM, de 1975.

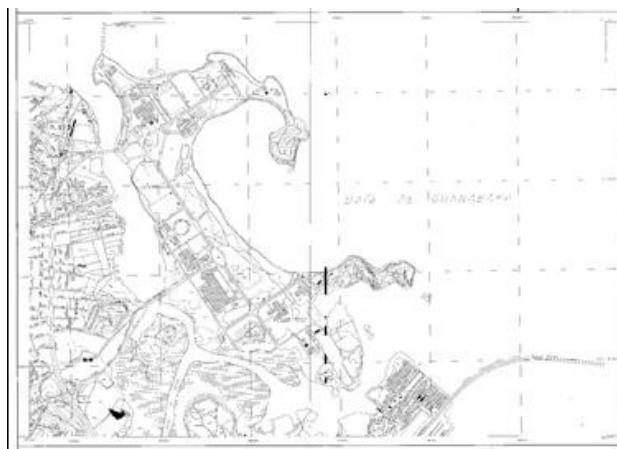


Figura 1 – Folha 262E da Carta 1: 10.000 do Município do Rio de Janeiro (FUNDREM, 1975)
Como uma informação histórica, a figura 2 mostra um mapa de 1948, com a correspondência na folha de 1998.



Figura 2 – Correspondência entre as ilhas que deram origem à Ilha Universitária

A figura 3 apresenta em 1950 os trabalhos em andamento para o aterro das oito ilhas.



Figura 3 – Aterro em andamento – 1950

3 Metodologia

3.1 Determinação e Aquisição dos Pontos de Controle

Os pontos de controle e de checagem forma escolhidos pelo critério de existência nas imagens. Inicialmente foram escolhidos 40 pontos, de forma a que durante o trabalho de campo houvesse margem para troca ou mesmo descarte de pontos. O número mínimo de pontos desejável para a execução do trabalho, foi determinado em 30 pontos.

Foi verificada possibilidade de aproveitamento de 20 pontos de adquiridos como controle em trabalho realizado pelo Laboratório Espaço, do Dep de Geografia da UFRJ, uma vez que atenderiam pelos critérios usados para a sua aquisição, à metodologia proposta por este trabalho, economizando assim um tempo bastante razoável.

Os trabalhos de aquisição foram executados com o processo diferencial, utilizando-se um ponto base,

situado na própria Ilha do Fundão, cujas coordenadas em WGS84 são respectivamente $\varphi = -22^{\circ} 51' 25,22540''$ e $\lambda = -43^{\circ} 14' 02,14807''$; $h = 10,1147m$ (precisão= 0,5mm; 0,6mm; 2,1mm) .

Foram utilizados 4 receptores GPS Asteck Pro Mark II, de uma frequência, fornecendo uma qualidade de precisão adequada ao projeto, uma vez que as distâncias máximas de rastreio não são maiores que 2400 metros. Em testes anteriores foi verificado que o tempo de permanência máximo de 1 hora minutos por ponto, com aquisição de 1 segundo, as precisões estariam em torno de 2 cm, precisão suficiente para a escala 1:10.000, estabelecida em 0,75 m.

Durante o trabalho de campo realizado para a aquisição dos pontos, foram realmente rastreados 14 pontos. A distribuição dos pontos pode ser observada na figura 4.

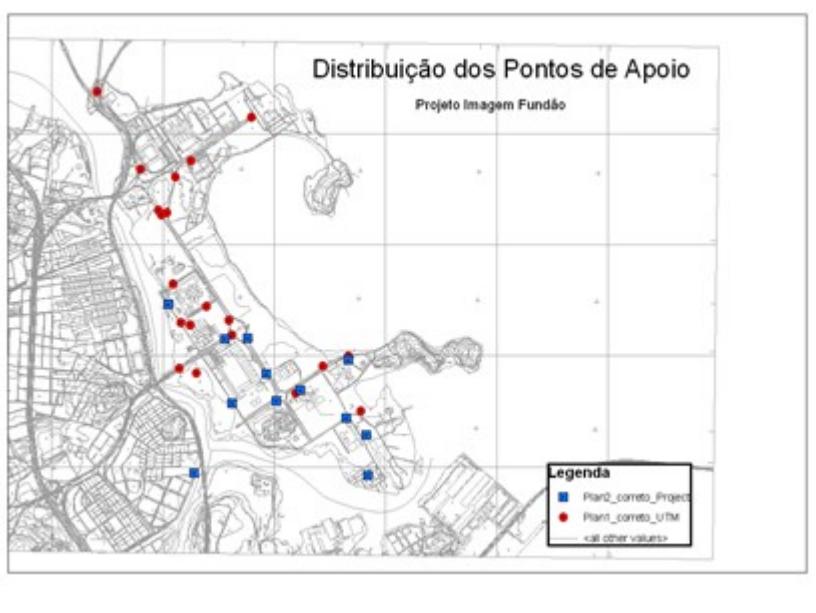


Figura 4 - Distribuição dos Pontos de Controle e Checagem

3.2 Modelo Digital de Terreno

O modelo digital de terreno utilizado foi gerado segundo a distribuição das curvas de nível oriundas do mapeamento em escala 1:2000 do Instituto Pereira Passos (IPP, 1996), Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, com curvas de nível de metro em metro, gerando uma precisão segundo o padrão de exatidão cartográfico brasileiro de 0,50 m, também suficiente para o trabalho.

O modelo digital de terreno foi gerado utilizando-se o modelo TIN, segundo o método do vizinho mais próximo. O modelo atendeu as especificações para o mapeamento 1: 10.000, com uma variação planimétrica máxima de 0,6 m e 0,4 m em altimetria.

3.3 - Metodologia do Trabalho

As imagens foram denominadas IK2003, IK2005, GE2009 e GE2011, correspondendo as imagens Ikonos de 2003 e 2005, com resolução de 4m e as imagens Geoeye de 2009 e 2011, com resolução de 0,46m.

A metodologia utilizada previu a preparação e processamento das quatro imagens, submetidas a um processo de ortoretificação, com a utilização de 20 pontos de controle e 14 pontos de checagem, para se determinar os deslocamentos ocorridos.

Foram estabelecidos 3 conjuntos de pontos:

- No primeiro conjunto todos os pontos de controle foram colocados ao longo da margem exterior da Ilha, e os pontos de cheque distribuídos no seu interior.
- O segundo conjunto foi invertido em relação ao anterior, ou seja, colocação da concentração do controle no interior e pontos de cheque espalhados pela periferia da Ilha;
- O terceiro conjunto foi um conjunto híbrido. A cada ponto escolhido como controle, foi escolhido um ponto próximo como ponto de cheque.

Desta forma, para cada imagem foram processadas 3 ortorretificações, gerando um conjunto total de 12 processamentos.

Cada imagem foi ortorretificada através do módulo Rational Function(Extract from image), do PCI, que utilizou os pontos adquiridos em campo e o MDE da Prefeitura do RJ. A banda pancromática foi ortorretificada sendo a resolução das imagens IKONOS de 4 m e das imgaens GeoEYE de 0,5 metros.

Dentro do critério determinados, foram utilizados para a ortorretificação das imagens Ikonos, 6 pontos, enquanto que nas imagens Geoeye, foram utilizados 4 pontos. O RMS obtido nas duas imagens Ikonos foi em próximo a 1,42m, enquanto que nas duas Geoeye, o rms obtido para as duas imagens foi de 0,89m.

As imagens Ikonos 2003 e 2005 necessitaram de um maior número de pontos, principalmente na parte norte da Ilha do Fundão, sendo a ortorretificação elaborada pelo método polinomial.

Posteriormente à ortorretificação, foi criado um arquivo de pontos, elaborado com base na imagem ortorretificada. Estes pontos tiveram suas coordenadas inseridas para comparação, através do programa ArcGis 9.3.

Foram excluídos alguns registros da tabela por não terem sido validados tanto no shape de pontos originais, como também no shape de validação.



Figura 5 – Imagem Ikonos 2003



Figura 6 – Imagem Ikonos 2005



Figura 7 – Imagem Geoeye 2009



Figura 8 – Imagem Geoeye 2012

A análise dos resultados foi desenvolvida sobre as diferenças de coordenadas obtidas entre as coordenadas dos pontos de cheque e as coordenadas obtidas pela aquisição diferencial GNSS, que determinam o vetor resultante a sua direção.

Desta forma são determinados os valores dos erros médios, bem como da direção de deslocamento do vetor resultante.

A confrontação dos valores com o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) brasileiro, indica o comportamento do processo aplicado a cada imagem e distribuição dos pontos de apoio associados.

As figuras 5,6,7 e 8 mostram as quatro imagens utilizadas pelo trabalho.

4 Resultados

Os diversos processamentos realizados para a obtenção das ortofotos foram considerados de excelente qualidade.

Cada imagem teve a identificação dos pontos de apoio e checagem identificados ao nível possível de pixel, para em seguida serem aplicadas as distribuições de pontos de controle para a ortorretificação.

Os piores resultados ocorreram com as imagens 2003 e 2005, tendo em vista a resolução e identificação dos pontos com menor precisão. No entanto, os resultados da checagem apresentou um deslocamento máximo de 1,35m e um deslocamento médio de 0,84m.

Nas imagens de 2009 e 2011, os resultados apresentaram-se mais consistentes, com deslocamento máximo de 0,89m e médio de 0,57m.

Os vetores de deslocamento apresentaram tendência de orientação específica para cada imagem. Considerou-se essa tendência devido às dimensões da área a ortorretificar.

As figuras 9 e 10 mostram as imagens das de 2003 e 2011, com a superposição da folha 262E de 1998, transformada para o sistema geodésico SIRGAS 2000. Podem-se observar entre estes 3 documentos, a transformação da paisagem urbana, bem como algumas alterações físicas sofridas pela ilha atual.

As imagens de 2005 e 2009 foram utilizadas para mostrar a situação da evolução em períodos intermediários.

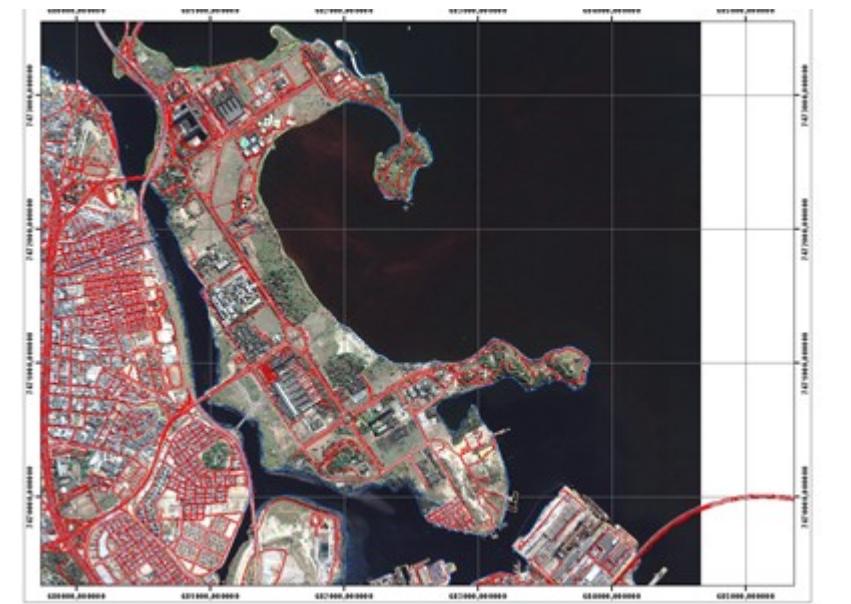


Figura 9 – Imagem ortorretificada de 2003

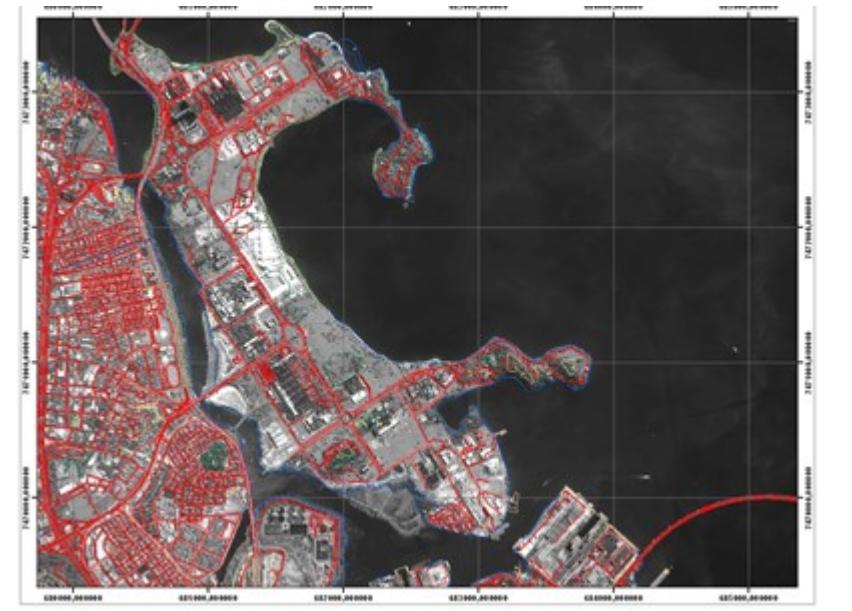


Figura 10 – Imagem ortorretificada de 2011

A figura 11 mostra em relação à imagem de 2011, quais as principais estruturas que serão atualizadas para apresentar o mapa da Ilha do Fundão com as atuais alterações.

O trabalho de estruturação vetorial ainda será desenvolvido, no decorrer dos próximos meses, aplicando-se a atual Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais Brasileira (CONCAR, 2008).

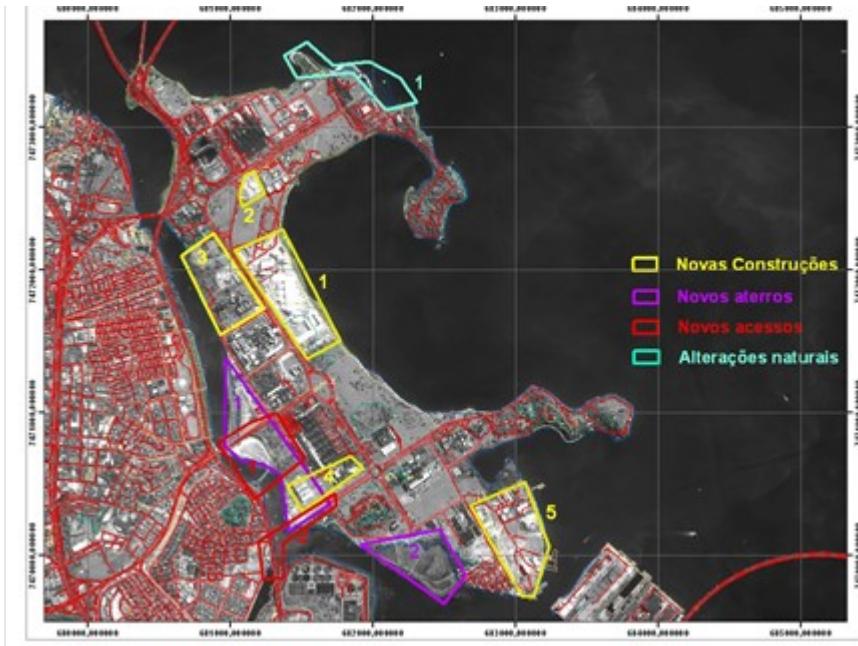


Figura 11 – Principais estruturas de alteração no período de 2003 à 2011.

5 Conclusões

A aplicação de imagens de alta resolução para apoiar a atualização cartográfica da Ilha do Fundão, fica caracterizada como viável, tendo em vista ter atingido as precisões especificadas para a escala 1: 10.000.

No entanto, deve ficar explícito, que o trabalho foi elaborado como uma atualização sobre uma base cartográfica já existente, limitada à escala de aplicação. O modelo digital de terreno foi elaborado também sobre um mapeamento 1:2.000, o que em termos de altimetria, fez com que também houvesse uma precisão maior nos resultados.

Infelizmente não houve tempo suficiente para que fossem apresentadas as folhas atualizadas para cada período (2003, 2005, 2009 e 2011), no entanto o projeto está em andamento e até setembro do presente ano deverão estar terminadas.

Os dados e levantamentos elaborados estão disponíveis para consulta no site do Laboratório de Cartografia, do Departamento de Geografia da UFRJ, <http://geocart.igeo.ufrj.br>.

Referências Bibliográfica

- ABREU, M. de A., A Evolução Urbana do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, IPLANRIO, 1987**
- CENTRO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO RIO DE JANEIRO, Do Cosmógrafo ao Satélite: Mapas da Cidade do Rio de Janeiro, UFRJ, FUJB, 2000**
- ETUB – Escritório Técnico da Universidade do Brasil – Relatório Técnico, 1952**
- ETUB – Escritório Técnico da Universidade do Brasil – Relatório Técnico, 1953**
- FUNDREM, Fundação do Desenvolvimento da Região Metropolitana, Mapeamento 1: 10 000, 1975**
- IPP, Instituto Pereira Passos, Mapeamento Cadastral do Rio de Janeiro, 1998**
- LAMEGO, A. R., O Homem e a Guanabara, IBGE – Conselho Nacional de Geografia, 1964**
- MENEZES, P. M. L., Notas de Aula de Cartografia e Cartografia Temática, Não publicadas, Curso de Graduação em Geografia, Dep de Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 1996.**
- MENEZES, P. M. L. ET alli, Evolução Histórica-Geográfica-Cartográfica da Ilha do Fundão; XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Macaé, RJ. 2005.**
- VILARINHOS, M. L. R. ,O Campus da UFRJ na Ilha do Fundão: Análise Espacial de Sua Localização e Organização Espacial, Orientadora Profa Dra Iná Elias de Castro. Rio de Janeiro, UFRJ/ Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2000. 97 p, Dissertação de Mestrado**
- OLIVEIRA, C., Dicionário Cartográfico, IBGE, Rio de Janeiro, RJ. 1980.**
- CONCAR - Norma da Cartografia Nacional, de estruturação de dados geoespaciais vetoriais, referentes ao mapeamento terrestre básico que compõe a Mapoteca Nacional Digital. Disponível em <http://www.concar.ibge.gov.br/concar012006.html> [capturado em 15 jul. 2007].**