O GEOPROCESSAMENTO E O SENSORIAMENTO REMOTO PRODUZINDO CARTAS IMAGENS UTILIZADAS NA GESTÃO DE ÁREAS AEROPORTUÁRIAS: UMA ALTERNATIVA SIMPLES E PRÁTICA

(The geoprocessing and remote sensing producing maps used in the management of airport areas: a simple and practical alternative)

PANTOJA, Renato Almendra[1]

Instituto de Geociências da Universidade de Brasília – UNB, Brasil

RESUMO: O sensoriamento remoto feito por satélites nos fornece imagens de alta resolução, as quais se tornaram ferramentas poderosas no gerenciamento de grandes áreas, incluindo as áreas aeroportuárias. Através da alta resolução dessas imagens, georreferenciadas e ortorretificadas, é possível adquirir uma maior quantidade de dados sobre o local em estudo, e com maior qualidade. O objetivo do presente trabalho foi aplicar técnicas de geoprocessamento para o gerenciamento de áreas aeroportuárias, criando cartas imagens que auxiliam na gestão - mais eficiente e financeiramente mais vantajosa - dessas áreas. Tais cartas imagens se mostraram muito eficazes na visualização imediata dos equipamentos de navegação aérea do aeródromo e de grandes áreas sensíveis às operações aeroportuárias (pouso e decolagem), as quais que extrapolam os limites do sítio aeroportuário. As cartas imagem também atuam eficazmente na identificação e controle de obstáculos que invadam os gabaritos de altura das superfícies virtuais que devem ser preservadas nas operações aeroportuárias acima referidas. Impressas em papel ou digitais, as cartas imagem proporcionam ação mais efetiva na gestão operacional e de infraestrutura de áreas aeroportuárias, melhorando ainda o gerenciamento dos Planos Básicos e Específicos de Zona de Proteção de Aeródromo, Área de Segurança Aeroportuária – ASA, Planos de Zoneamento de Ruído, Plano Básico de Gerenciamento de Risco Aviário e Superfície do Segmento Visual - VSS. Como essas áreas e planos definem setores que extrapolam os limites do sítio aeroportuário, a empresa administradora dos aeroportos brasileiros deve se preocupar também com o entorno de seus aeródromos. Portanto, ela necessita realizar gestões no interesse de manutenção das áreas a serem preservadas sempre em conjunto com os órgãos públicos municipais, estaduais e com as autoridades aeronáuticas.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Cartografia, Gestão Aeroportuária, Ortorretificação, Georreferenciamento, Imagens de satélites orbitais de alta resolução.

[1] Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade da Amazônia – UNAMA, Belém, Pará, renatopantoja@infraero.gov.br, e pós-graduado em Geoprocessamento pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília – UNB, com trabalho apresentado em 2010 de título: "O Uso de Imagens de Satélite de Alta Resolução e do Geoprocessamento na Produção de Cartas Imagens para o Gerenciamento de áreas Aeroportuárias". Atualmente é arquiteto na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO.

ABSTRACT: Remote sensing by satellites provides us with high resolution images, which have become powerful tools for managing large areas, including airport areas. Through the high resolution of these georeferenced and orthorectified images, it is possible to acquire a greater amount of data about the study site, and with higher quality. The objective of the present study was to apply geoprocessing techniques for the management of airport areas, creating maps that help in the management - more efficient and financially more advantageous - of these areas. These maps have proved very effective in the immediate visualization of the air navigation equipment of the aerodrome and of large delicate areas to airport operations (landing and takeoff) and that extrapolate the limits of the airport site. The image maps also act effectively in identifying and controlling obstacles that encroach on the height templates of the virtual surfaces that must be preserved in the above-mentioned airport operations. Printed on paper or digital, the maps produce more effective action in the operational management and infrastructure of airport areas, while improving the management of Basic and Specific Aerodrome Protection Zone Plans, Airport Security Area - ASA, Zoning Plans of Noise, Basic Plan of Management of Aviary Risk and Visual Segment Surface - VSS. As these areas and plans define sectors that go beyond the boundaries of the airport site, the management company of Brazilian airports must also be concerned about the surroundings of its aerodromes. Therefore, it needs to carry out management in the interests of maintaining the areas to be preserved always together with the prefecture, state and with aeronautical authorities.

KEYWORDS: Geoprocessing, Remote Sensing, Cartography, Airport Management, Georeferencing, Orthorectification, High Resolution Orbital Satelite Images.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento físico e populacional das cidades e áreas urbanas nas últimas décadas se revelou desordenado e rápido. Este crescimento não só gerou o inchaço das infraestruturas urbanas existentes, como também atingiu áreas importantes, as quais deveriam ser preservadas da ocupação humana, como, por exemplo, áreas no entorno de aeroportos. O Brasil, que tem proporções de um continente, é um país com escassez de dados adequados à gestão de questões urbanas, rurais e ambientais. O país necessita de ferramentas baseadas em tecnologias financeiramente viáveis. Neste contexto, o uso de imagens orbitais de alta resolução em cartas imagens, aliado ao uso do geoprocessamento, se apresenta como um mecanismo bastante eficaz na gerência de áreas aeroportuárias e seu entorno. A utilização dessas cartas imagens pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO se justifica nesse sentido (eficácia economicamente viável), pois ela necessita ter um conhecimento abrangente do entorno dos seus aeródromos, alcançando seus objetivos de gestão dessas áreas (aeroporto e entorno), com custo baixo, se for comparado aos benefícios adquiridos.

1.1 SENSORIAMENTO REMOTO, GEOPROCESSAMENTO E SUA APLICABILIDADE NA CARTOGRAFIA DIGITAL E NO GERENCIAMENTO DE ÁREAS AEROPORTUÁRIAS.

Segundo Câmara (2001), o termo *Geoprocessamento* é a disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as seguintes áreas:

- Cartografia;
- Análise de Recursos Naturais;
- Transportes, Comunicações, Energia e;
- Planejamento Urbano e de grandes áreas.

O uso de imagens de satélites orbitais se alia às ferramentas computacionais do Geoprocessamento e aos chamados *Sistemas de Informação Geográfica* (*GIS*), os quais permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, os quais integram dados de diversas fontes (topografia, imagens de satélite, mapas digitalizados, dados de GPS's, entre outros), com o objetivo de realizar análises complexas e de produzir documentos cartográficos práticos e economicamente viáveis (mapas digitais e impressos em papel). Estes mapas tornam possível o gerenciamento de grandes áreas e a identificação e diagnóstico rápido e preciso na gestão de sítios de interesse, propiciando tomada de decisões complexas. Eles proporcionam ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita da área de estudo, na qual todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base em suas localizações espaciais (CÂMARA, 2001).

A imagem feita por satélites só se torna ferramenta útil na gerência de áreas se aliada aos processos de correções geométricas (ortorretificação e georreferenciamento), os quais agregarão a essa imagem a informação fundamental nesse tipo de gestão, que é correlação espacial de cada elemento na imagem com seu equivalente no mundo real, ou num sistema de projeção. Essas informações são coletadas em campo, através equipamentos/sistemas GPS. A relativa simplicidade de utilização destes sistemas significa que eles também são adequados para identificar, por exemplo, a localização de um obstáculo que interfira num segmento de aproximação de uma aeronave, ou para encontrar um conjunto predeterminado de coordenadas. No que tange ao uso de imagens orbitais de áreas aeroportuárias, podemos citar três principais formas de utilização:

- como ferramenta na produção de mapas;
- como suporte para análise espacial de projetos e seus impactos;
- como banco de dados geográficos, para armazenar e processar informação espacial e associação de dados para o apoio ao diagnóstico de decisão sobre áreas de interesse.

As ferramentas de geoprocessamento são tecnologias atuais de produção, gerenciamento e sistematização de informações necessárias à gestão de projetos, administração do espaço ocupado e gerenciamento de Planos Básicos e Específicos de Zona de Proteção de Aeródromo, Área de Segurança Aeroportuária – ASA, Planos de Zoneamento de Ruído, Plano Básico de Gerenciamento de Risco Aviário e Superfície do Segmento Visual - VSS, integrando soluções para áreas fundamentais da empresa, como Operações Aeroportuárias, Navegação Aérea, Engenharia, Manutenção, Administração e Segurança Aeroportuárias.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais utilizados

- 01 (um) microcomputador a seguinte configuração mínima: processador dual core, HD de 320 GB, 2 GB de memória RAM, Monitor de 19 polegadas;
- Software Arc GIS (ou similar sem custo, disponíveis na Internet), para elaboração das cartas imagem;
- Software ENVI (ou similar sem custo, disponíveis na Internet) para processamento das imagens de satélite; (equalização, composição colorida e fusão de bandas espectrais, georreferenciamento e ortorretificação);
- Software Autocad Map; (Integração das imagens de satélite com o AutoCad, produção de dados geométricos – áreas de estudo, equipamentos aeroportuários, entre outros);
- 01 par de GPS Topográfico;
- 01 GPS Geodésico;
- Imagens de satélite de alta resolução.

* O georreferenciamento das imagens de satélite pode ser terceirizada, porém, é uma atividade de difícil fiscalização.

2.2 Métodos

- <u>Etapa inicial:</u>

- Aquisição dos softwares necessários;
- Disponibilização de microcomputador para a operação dos aplicativos – o uso do microcomputador **após os levantamentos** auxilia na visualização imediata dos pontos colhidos e baixados dos equipamentos GPS e, desta forma, serem corrigidos possíveis erros de coleta ou interferências – pontos com erros podem ter sua coleta refeita mesmo após a constatação da falha;
- Aquisição de GPS para a coleta das coordenadas dos pontos a serem utilizados para o georreferenciamento das imagens de alta resolução;
- Definir para cada aeroporto de interesse, em função de Planos de Zona de Proteção de Aeródromo e de Ruído, o tamanho de cada área a ser imageada;
- Definir a sequência de pontos a serem colhidos em campo – **etapa de extrema importância para o georreferenciamento e ortorretificação** – quanto mais precisos e numerosos os pontos na imagem, mais precisos os resultados serão. Trabalhamos com uma média de 40 pontos distribuídos na imagem com a área de interesse. Os 20 pontos mais precisos, em média, são necessário para realizar a ortorretificação. Os demais pontos foram descartados, não por leitura errada dos pontos, mas pela precisão da informação dos mesmos. Utilizei os vinte mais precisos;
- Realizar levantamento em campo por triangulação dos GPS's. O GPS Geodésico é colocado dentro do aeroporto – em local seguro de trepidações ou possíveis trombadas que possam derrubar o equipamento. Os outros dois saem em campo, seguindo uma programação sequencial lógica de coleta dos pontos, identificando-os e montando o GPS em cada um deles para ser feita a coleta de dados **durante meia hora**;
- Depois da coleta dos dados, os mesmos são observados quanto a sua validade e, os "válidos", são previamente tratados – diminuição de ruídos nas efemérides que podem ser causados por vários motivos, entre eles: coleta de dados perto de rede elétrica de alta tensão, tempo nublado, pontos em rodovias ou rotas de veículos pesados, trepidações em geral, etc. Nesta fase, pontos importantes, mas que não apresentaram leitura satisfatória podem ser refeitos;

* Tal metodologia estudada e aplicada por MARTINS, J. L. F, no trabalho "Utilização de Imagens de Alta resolução para Gerenciamento de Zonas de Proteção de Aeródromos". Estudo de mestrado em Sensoriamento Remoto, realizado dentro do Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia – CEPSRM, e apresentado em 2010 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- <u>Etapa final:</u>

- Com os dados dos pontos colhidos e tratados preliminarmente, eles são exportados nesta etapa para os softwares que farão a ortorretificação e o georreferenciamento – Software ENVI;
- No software de plataforma CAD, gerar os dados geométricos (as poligonais de interesse, pontos de equipamentos, entre outros) e demais informações que serão inseridas no mapa final;
- Montagem dos mapas no software de plataforma CAD, com as imagens ortorretificadas e georreferenciadas, e as demais informações a serem inseridas (poligonais e pontos, textos, rosa dos ventos, entre outros elementos gráficos da cartografia).

*Existem aplicativos do tipo "softwares livres", bem conceituados - POSTGRE SQL e MAP SERVER - que podem proporcionar o mesmo estudo realizado neste trabalho para qualquer usuário, bem como imagens de satélites e arquivos de relevo disponíveis para baixar no site do IBGE - http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/arquivos-raster e do INPE - http://www.dgi.inpe.br/CDSR/.

3. RESULTADOS

A utilização de ferramentas de Geoprocessamento para gerenciamento ambiental e de áreas de interesse, através de produtos cartográficos como mapas físicos (em papel, cartas imagem), digitais e Sistemas de Informações Geográficas, facilita o gerenciamento operacional e de infraestrutura de áreas aeroportuárias, melhorando o gerenciamento dos Planos de Zoneamento de Ruído, Planos Básicos e Específicos de Zona de Proteção de Aeródromo entre outros notórios e já citados.

Após o processamento e aplicação de correções geométricas na imagem de alta resolução utilizada neste estudo, verificou-se que o erro horizontal estimado de 2,58 m nas coordenadas da imagem ortorretificada é tolerável dentro da maior parte dos parâmetros estabelecidos pelas superfícies limitadoras de obstáculos.

As Carta Imagens em meio físico devem ser elaboradas em tamanho mínimo A0, em escala 1:10.000, visando abranger as áreas de estudo e no maior tamanho de papel imprimível por uma Plotter contém o maior nível de detalhamento possível, para que se faça uma leitura efetiva das informações. Devido a sua facilidade de transporte e manuseio, as Cartas Imagens resultam em grande ganho na divulgação e compreensão das limitações para implantações no entorno dos aeroportos, pois sua leitura se faz de forma rápida e prática, facilitando o entendimento das informações nela contidas.
Através do uso de imagens de satélites de alta resolução, tornou-se possível a consulta de informações cadastradas de forma interativa, com visualização e possibilidade de medição de distâncias e determinação de coordenadas de objetos de interesse, além do cadastro de novas informações e produção de mapas temáticos.

3.1 CARTAS IMAGENS PRODUZIDAS

Todo o estudo foi realizado tendo como aeroporto em análise o Aeroporto Juscelino Kubitschek em Brasília.

Figura 1 - Carta Imagem do PZR – Plano de Zoneamento de Ruído

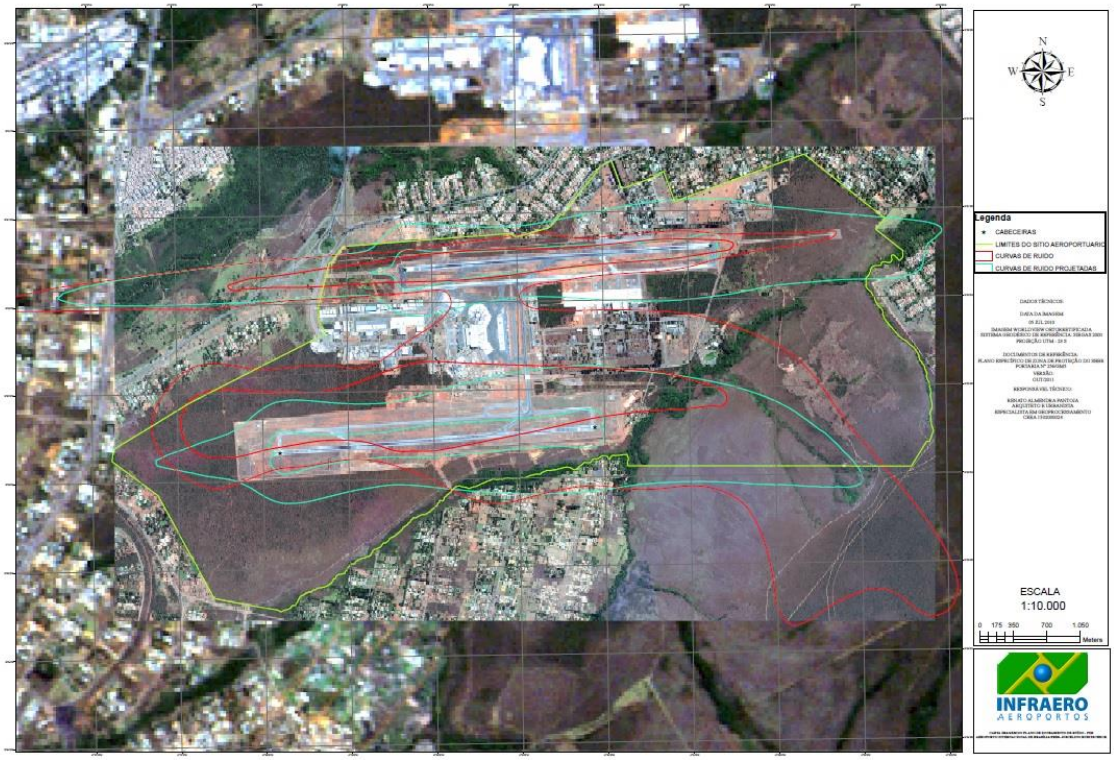


Figura 2 - Carta Imagem do PEZPA – Plano Específico de Zona de Proteção Aeroportuária

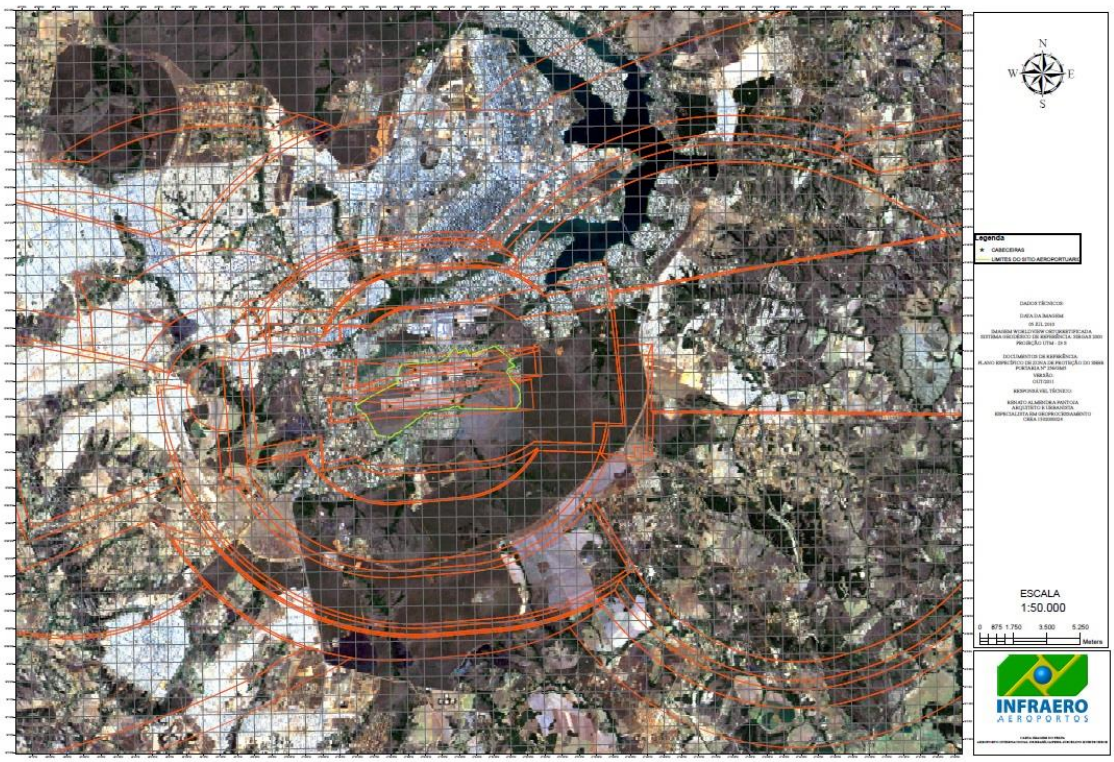


Figura 3 - Carta Imagem da ASA – Área de Segurança Aeroportuária



Figura 4 - Carta Imagem da PBGRA – Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário

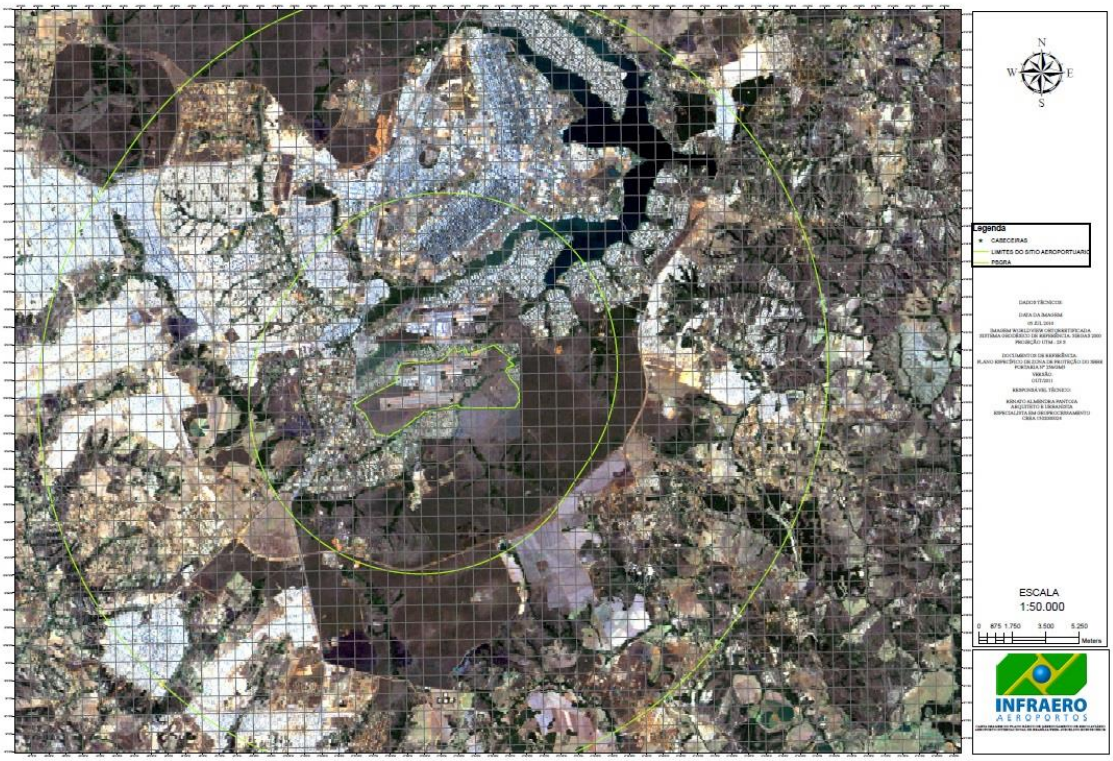
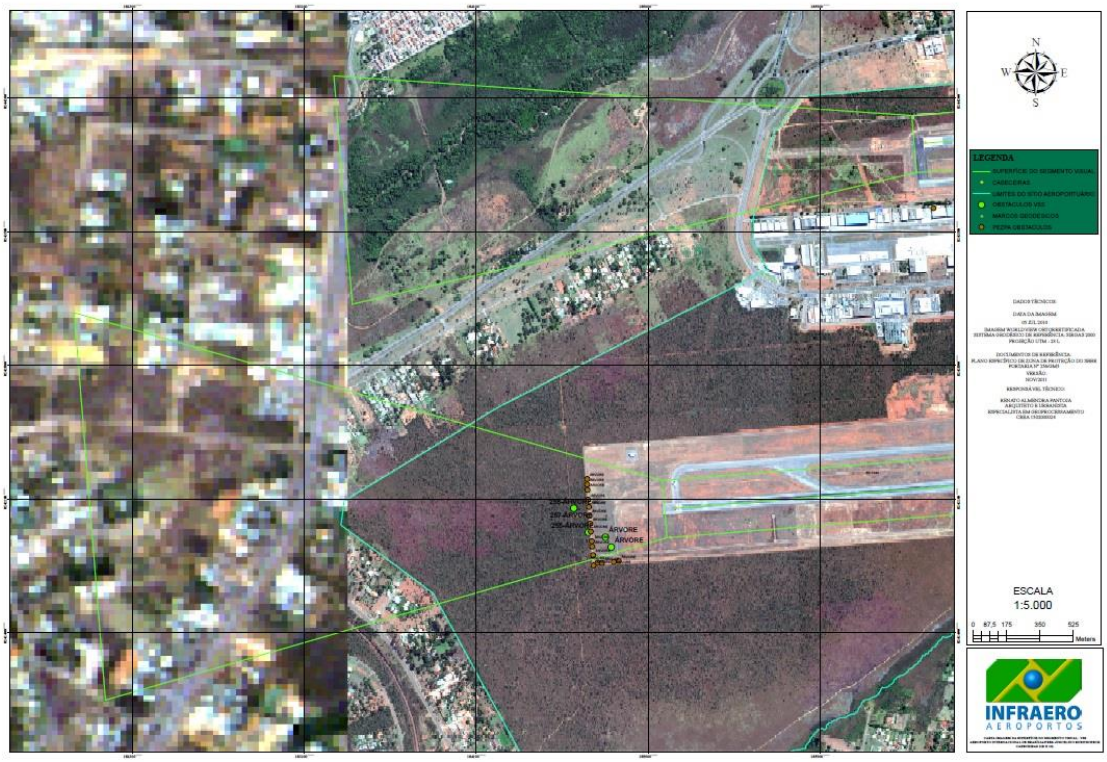


Figura 5 - Carta Imagem da VSS cabeceira 29R e 29L - Superfície de Segmento Visual - e equipamentos de navegação aérea



Figura 6 - Carta Imagem da VSS cabeceira 11R e 11L - Superfície de Segmento Visual - e equipamentos de navegação aérea



4. CONCLUSÃO

Os resultados alcançados com as correções geométricas da imagem de satélite de alta resolução demonstraram maior precisão nas medidas, em comparação com imagens disponibilizadas gratuitamente na WEB, pois não há garantias de uma qualidade adequada de medidas ou acurácia nas coordenadas geográficas em imagens que não passaram pelos processos de georreferenciamento e ortorretificação. Por outro lado, o processamento da imagem garante um alto nível de qualidade que torna viável a aplicação dessa ferramenta para a produção cartográfica utilizada no gerenciamento de aeródromos. Principalmente quando se necessita identificar, a partir de uma posição geográfica, o limite de altitude para determinada implantação, pois essas determinações podem ser realizadas instantaneamente sobre a imagem, sem o envolvimento de custos. Desta forma, o uso de uma ferramenta que identifique rápida e facilmente as limitações de implantações existentes no entorno dos aeródromos, através de uma técnica que possibilite a análise rápida e precisa sobre novas implantações, se mostra como uma ferramenta excelente para a gestão de áreas aeroportuárias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRP, Report 39 – Airport Cooperative Reserch Program – Recommended Guidelines for the Collection and Use of Geospatially Referenced Data for Airfield Pavement Management – Transportation Research Board, Washington, D.C., 2010, 115p.;

BRASIL, Lei 8.666, de 21 de junho de 1993;

BRASIL, Portaria 1.141/GM-5, de 08 de dezembro de 1987;

BSIL, Portaria 256/GM-5, de 13 de maio de 2011;

BRASIL, Portaria N.º 71/DGCEA, de 20 de maio de 2005 – Plano Específico de Zona de Proteção de Aeródromo de Brasília/Presidente Juscelino Kubitscheck;

BRASIL, Resolução N. 4/1995 - CONAMA – Áreas de Segurança Aeroportuária – ASA;

CÂMARA, Gilberto; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro de - Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica - INPE – 2001- 260p;

CANADA CENTRE FOR REMOTE SENSING – Fundamentals of Remote Sensing – 2005 – 258p;

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION -DOC 8168 – PANS-OPS - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures – Canada – 2006 – 783p;

ISHIKAWA, M. I. Potencialidade de Uso de Imagens IKONOS/GEO para Aplicações em Áreas Urbanas Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2001. 82 p;

MARTINS, J. L. F, Utilização de Imagens de Alta resolução para Gerenciamento de Zonas de Proteção de Aeródromos (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia – CEPSRM – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010. 106 p;

MONICO, João Francisco Galera – Posicionamento pelo GNSS – Descrição, fundamentos e aplicações – 2ª. Edição – Editora UNESP – 2007- 476p;

MOREIRA, Mauricio Alves – Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação – INPE – 2001- 250p;

ROCHA. R., - Exatidão Cartográfica Para As Cartas Digitais Urbanas. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, SC. 2002, 128p;

ZANARDI, Rafael – Geração de Modelo Digital de Terreno a Partir de Par Estereoscópico do Sensor CCD do Satélite CBERS 2B e Controle de Qualidade das Informações Altimétricas – Dissertação de Mestrado - UFRGS - 2006 - 94p.