

ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA ATRAVÉS DO USO DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL

Danielle Rodrigues Medeiros¹
Carla Bernadete Madureira Cruz²
Monika Richter³

^{1, 2, 3} Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Departamento de Geografia

¹ danielle.medeiros@ig.com.br; ² cmad@domain.com.br; ³ mrichter84@hotmail.com

RESUMO

O uso de técnicas de Sensoriamento Remoto tem crescido cada vez mais e sua aplicação na atualização de cartas topográficas tem oferecido importante contribuição na representação espacial de fenômenos evolutivos no espaço e no tempo. Este trabalho tem como objetivo apresentar argumentos necessários para demonstrar a possibilidade e as vantagens da atualização de cartas topográficas com o apoio de imagens de Sensoriamento Remoto, que têm se apresentado como uma importante fonte de dados atualizados, além de permitirem o monitoramento do território nacional e a identificação de áreas onde as mudanças do meio físico justifiquem um processo de atualização. As cartas topográficas nacionais encontram-se em sua grande maioria desatualizadas, e isso pode ser comprovado através de visitas a campo e na análise de imagens de satélite. O País necessita de um sistema cartográfico ágil e articulado, capaz de acompanhar as mudanças do mundo real. Neste trabalho apresentaremos um exemplo referente à faixa costeira da Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro. Nessa área, grandes fatores atuam na modificação da paisagem, mas também a inter-relação desses agentes faz com que este seja um excelente exemplo onde pode ser notado o quanto a atualização cartográfica é necessária e o quanto ela pode contribuir para um melhor estudo e entendimento de todos os agentes que atuam na evolução do espaço.

Palavras Chaves: **Atualização Cartográfica, Sensoriamento Remoto, Cartografia.**

CARTOGRAPHIC UPDATE THROUGH USING THE ORBITAL REMOTE SENSING

ABSTRACT

The use of techniques of Remote Sensing has grown and its application in updating topographical maps has offered an important contribution in the land use and land cover representation of dynamics phenomena in the space and time. The objective of this work is to present necessary arguments to demonstrate the possibilities and the advantages of this. The products of Remote Sensing are an important source of updated data, besides allowing to monitoring the landscape and help in the identification of areas that are change and need this kind of actions. The great majority of national topographic maps are outdated and this situation can be proved through visits to the field or in the satellite images analysis. The country needs a cartographic system agile, capable to follow the changes of the real and articulated world, and an example is the Basin of Campos, inside of the Rio de Janeiro State, where human occupation causes big and variety changes. In this area, lots of factors act in different ways, and that's why this area is an excellent example where can be noticed how much the cartographic update is necessary and how much it can contribute for a better study.

Keywords: **Map Update, Remote Sensing, Cartography.**

1. INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO DO TEMA

O Sensoriamento Remoto constitui-se numa ferramenta de trabalho estratégica no levantamento e no monitoramento das mudanças que ocorrem no espaço ao longo do tempo. Dentre os produtos de Sensoriamento Remoto, os oriundos de sistemas orbitais apresentam algumas vantagens sobre os

demais sistemas, principalmente para o levantamento e estudo de alvos que apresentam aspectos dinâmicos, tais como feições do uso da terra. Isso se deve ao fato de que os dados coletados por plataformas orbitais apresentam características espectrais, radiométricas, espaciais e temporais requeridas para estudos dessa natureza.

Segundo D'Alge (1988), a utilização de cartas topográficas em atividades de planejamento e em apoio à confecção de mapas temáticos pressupõe que o conteúdo das mesmas seja uma representação atualizada da superfície terrestre. Apesar disto, sérios problemas são diagnosticados quanto à sua atualização e muito se tem esperado da aplicação de imagens de sensoriamento remoto, cada vez mais disponibilizadas em diferentes resoluções e a custos mais atraentes. Tais produtos têm sido bastante investigados como solução alternativa, em algumas situações restritas, aos tradicionais produtos fotogramétricos devido a maior facilidade na detecção e acompanhamento de mudanças.

1.2 - RELEVÂNCIA DO PROBLEMA

Foram feitas várias investigações sobre a possibilidade de atualização cartográfica a partir de imagens de satélites, mas nunca se conseguiu dar consecução efetiva à idéia de que a atualização de cartas topográficas por imagens de satélite é um dos benefícios sociais que pode facilmente ser cobrado da comunidade de sensoriamento remoto.

As imagens de satélite são constantemente usadas para o monitoramento do território e identificação de áreas onde as mudanças do meio físico justifiquem um processo de atualização. A variedade da capacidade de revisita dos satélites atuais permite ainda que o intervalo de tempo requerido por diferentes temáticas e regiões possa ser cuidadosamente analisado e escolhido.

Existem órgãos com a função de executar o mapeamento e a sua atualização. A estes órgãos devem ser alocados os recursos necessários para a implementação e manutenção de um programa de atualização cartográfica, que considere soluções alternativas, como é o caso em questão, que dinamizem os processos atuais sem abrir mão dos rigores necessários.

1.3 - A SITUAÇÃO NACIONAL

O panorama atual do Brasil retrata a seguinte situação:

a) desatualização do mapeamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e outros órgãos, que devido à entre as décadas de 1960 e 1980;

b) transformação desse mapeamento para o meio digital, sem atualização, o que evidencia um descompasso entre o que necessitamos - a atualização contínua do espaço geográfico - e o que está sendo feito, colocar em meio digital, através da rasterização e posterior vetorização, este mapeamento existente em meio analógico.

O Brasil é um país que se caracteriza por desequilíbrios regionais marcantes. Se tomarmos suas grandes regiões fisiográficas - Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul - temos cinco regiões de características absolutamente diversas, nos vários níveis de desenvolvimento educacional e socio-econômico, de diferentes estágios políticos, além de diferenças de clima, topografia, solo e outros recursos naturais. O País necessita de um sistema cartográfico ágil, para acompanhar as mudanças do mundo real e articulado, que expresse as demandas dos diversos segmentos da sociedade. É essencial a formulação de uma política estratégica nacional, onde, é necessário saber cada mudança que vem ocorrendo no território nacional, e uma das melhores formas se dá através do uso de uma atualização cartográfica eficiente e periódica.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar argumentos necessários para demonstrar a possibilidade e as vantagens de atualização de cartas topográficas com o apoio de imagens de sensoriamento remoto.

Pretende-se destacar a importância do uso do sensoriamento remoto no que se refere à sua capacidade de se apresentar como uma fonte de dados atualizados, já que nas visitas a campo e na análise das imagens de satélite pode-se comprovar o quanto as bases cartográficas existentes sobre a região deixam de apontar processos importantes já ocorridos.

3. REVISÃO CONCEITUAL

3.1 - BASES CARTOGRÁFICAS

Segundo Gaspar (2000), a produção da cartografia de base é um processo longo e complexo.

Primeiramente é necessária a aquisição dos dados geográficos. Antes do surgimento da fotografia aérea (séc. XX), o trabalho de aquisição de dados topográficos era feito através de observações e medições realizadas diretamente no terreno. Realizado o levantamento e validado os dados adquiridos, o passo seguinte do processo de construção de uma carta é a reunião, seleção e harmonização de todos os elementos de informação necessários, tarefa que é denominada de compilação.

Faz parte do trabalho de compilação adequar estes vários elementos à carta que se deseja construir, levando-se em conta que as respectivas escalas e o sistema de projeção podem não coincidir com os da carta. Nesse trabalho de gabinete também é profunda a influência causada pela informática e pelos computadores. A atividade que antes era feita de forma manual pelos desenhistas cartográficos está, nos nossos dias, bastante facilitada pelo sistema de cartografia automática. Esse sistema permitiu encurtar consideravelmente o tempo e o esforço dedicado à compilação, embora ainda não seja realidade presente na linha de produção.

No Brasil, as organizações que têm a responsabilidade de fazer o levantamento cartográfico são:

- Fundação IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística): responsável pelo mapeamento sistemático de todo o território nacional, em escalas médias e pequenas (1:25000 e menores).
- DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército): divide com o IBGE a responsabilidade pelo mapeamento sistemático.
- DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação): responsável pela geração de cartas náuticas.
- ICA (Instituto de Cartografia da Aeronáutica): responsável pela geração de cartas aeronáuticas.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais): responsável pela aquisição, distribuição de imagens de satélite LANDSAT, CBERS, dentre outros e geração de metodologias associadas ao uso de imagens orbitais.
- PREFEITURAS: responsáveis pelo levantamento cadastral dos municípios (1:25000 e maiores).

Existem determinados cuidados que se deve ter ao adquirir os dados geográficos, tendo em vista que, dados incorretos originam informações não confiáveis, o que ocasiona erros gerenciais e desperdícios em todas as dimensões pública ou privada (RIPSA, 2000). Na avaliação de um produto cartográfico, deve-se considerar:

a) Escala -> Os mapas digitais, ao contrário dos mapas analógicos, são dinâmicos e não possuem uma escala fixa. Basta utilizar o zoom para alterar a escala do mapa. No entanto, é muito importante o conhecimento sobre a escala das fontes do mapa digital. Assim, quando se amplia a escala de um mapa digital, está se ampliando igualmente os erros a ele associados, o que pode inviabilizar operações de superposição entre mapas de escalas muito diferentes.

b) Sistema de Projeção -> é necessário que todas as bases estejam compatibilizadas para o mesmo sistema de projeção cartográfica. A maioria dos programas de geoprocessamento possui funções de transformação entre diferentes tipos de projeção. Cuidados especiais devem ser tomados na parametrização destas funções.

c) Atualização Cartográfica -> o grau de atualização de um mapa não é definido exclusivamente pelo seu ano de produção. Variações significativas são função dos fenômenos nele representados, que possuem dinâmicas distintas e de região mapeada. Na maioria dos casos a desatualização compromete as análises e medições necessárias a um estudo.

d) Georreferenciamento de Dados -> se dá através da associação a um sistema de coordenadas terrestres. Normalmente, o georreferenciamento ocorre durante o processo de digitalização, garantindo a possibilidade de se integrar diferentes dados em um ambiente comum. O georreferenciamento é um dos fatores limitante ao sucesso de uma atualização a partir de imagens de satélite.

3.2 - SENSORIAMENTO REMOTO

De acordo com Moraes Novo (1988), Sensoriamento Remoto pode ser definido como:

- "Utilização de sensores para a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles. Os sensores seriam os equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações."

O Sensoriamento Remoto é baseado nos princípios físicos que definem os diferentes tipos de interação da energia e da matéria. Seus produtos são bastante variados de acordo com as características do equipamento sensor.

Todo objeto da superfície terrestre reflete e emite radiação eletromagnética, porém cada objeto distinto apresenta comportamento diferente ao longo do espectro, caracterizando o que normalmente se conhece como assinatura espectral. Segundo Pereira (1997), esta energia eletromagnética, atravessa a atmosfera e chega ao sensor remoto com uma certa intensidade que posteriormente se transforma em um sinal passível de interpretação. Estas interpretações incluem o processamento fotográfico, o processamento eletrônico do sinal, a modelagem etc.

As imagens de sensores a bordo de satélites são obtidas através do rastreamento da superfície terrestre, enquanto para as fotografias aéreas a obtenção de imagens da superfície é feita

instantaneamente. A figura 1 apresenta um esquema do Satélite CBERS-2 (Satélite para Recursos Ambientais China e Brasil).



Figura 1 – Satélite CBERS-2
Fonte: www.inpe.br (2004)

Dependendo da fonte de energia os sensores podem Passivos, quando não possuem uma fonte própria de radiação, dependendo de fontes externas e, Ativos, quando possuem sua própria fonte de radiação eletromagnética, como por exemplo os radares.

A resolução é muito importante para o sensoriamento remoto e se divide em quatro domínios:

- Resolução espectral -> está relacionada com as imagens multi-espectrais. Defini-se pelo número de bandas espectrais que um dado sistema sensor comporta e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada uma dessas bandas. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral do sensor.

Atualmente surgiram sensores denominados hiperespectrais, que oferecem uma quantidade maior de bandas e, portanto, um maior potencial de classificação.

- Resolução espacial -> é uma medida da menor separação angular ou linear entre dois objetos, ou seja, representa a capacidade do sistema sensor de “enxergar” objetos na superfície terrestre: quanto menor o objeto passível de ser visto, maior a resolução espacial ou o poder de resolução. Dizer que um sistema possui resolução de 30 metros significa que o tamanho de cada pixel é de 30 X 30 m e, conseqüentemente, objetos distantes menos de 30 metros entre si não serão distinguidos.

As imagens de satélites de alta resolução eram até pouco tempo usadas exclusivamente para fins militares. Estas imagens de alta resolução aparecem como uma alternativa mais acessível, por custo e abrangência para o mapeamento.

- Resolução Temporal -> diz respeito à frequência com que as imagens de uma mesma área são obtidas. Um termo mais atual é a revisita, dado que muitos satélites possuem a capacidade de imagear com basculhamento e diminuir o tempo entre as passagens sobre uma área.

- Resolução Radiométrica -> é a capacidade do detector de perceber diferenças no sinal percebido e é dada pelo número de níveis digitais, representando níveis de cinza. Quanto maior for o número de níveis, maior será também a resolução radiométrica (RIPSA, 2000). Em acompanhamento à evolução de áreas.

As imagens obtidas por sensores orbitais, transportados por satélites, são normalmente multiespectrais, ou seja, aquelas em que uma mesma cena é reproduzida simultaneamente em diversas bandas do espectro eletromagnético. Atualmente os sistemas orbitais mais utilizados são:

- Sistema LANDSAT-> Desenvolvido pela NASA-EUA (Figura 2). Transporta dois sensores (MSS e TM), com uma resolução temporal de 16 dias. A área imageada pelo Landsat, seja MSS ou TM é uma faixa de 185 Km, recortada em cenas de 185 km x 170 km . O satélite demora 24 s para imagear esta área.

O sensor Landsat 5 foi colocado em março de 1984, com a expectativa de funcionar por até três anos. Porém após os três anos o satélite continuou funcionando.

O sensor Landsat 7 ETM+ foi lançado em 1999 e é composto por 8 bandas espectrais que podem ser combinadas em inúmeras possibilidades de composições coloridas e opções de processamento. As imagens geradas pelo Landsat 7 adquiridas pelo sensor ETM+ apresentam a melhor relação custo/benefício entre os dados gerados por satélites de média resolução (15 a 30 metros) atualmente oferecidos no mercado. Este sensor esteve ativo normalmente até 31-05-03, e em modo SLC-OFF depois desta data, com a qualidade das imagens muito prejudicadas. Para compensar os dados degradados do Landsat 7, os cientistas não tiveram dúvidas em recorrer ao Landsat 5. As expectativas

são de que o Landsat 5 possa continuar em atividade por mais cinco anos, quando deverá acabar sua reserva de combustível.



Figura 2 – Imagem LANDSAT 7
Fonte: www.engesat.com.br (25-05-2000)

- Sistema SPOT -> faz programa espacial francês. O SPOT 1, 2, 3 e 4 levam a bordo 2 sensores de alta resolução que operam no modo multiespectral fazendo a aquisição de dados em três faixas do espectro eletromagnético e de modo pancromático. Uma das características mais importantes do sensor HRV (High Resolution Visible), é a possibilidade dele ser direcionado, de modo a se observar cenas laterais à órbita em que se encontra o satélite em um determinado momento. A resolução temporal é de 26 dias, podendo ser diminuída se forem usadas visadas laterais. O sensor HRV-Spot possui 3 bandas espectrais, resolução espacial de 20 metros e 10 metros no pancromático (Figura 3), resolução radiométrica de 8 bits e pode imagear uma faixa de até 475 Km para cada um dos lados da órbita.

O SPOT 5 entrou em operação em abril de 2002, possuindo alta resolução espacial e larga faixa imageada. Possui 5 m de resolução em Pancromático e 2.5 metros em "supermode" com faixa imageada de 60 Km (cena de 60 x 60 Km), além de Recobrir os 5 continentes com Estereoscopia para geração de modelo numérico de terreno. As imagens SPOT 5 são capazes de fornecer informação geográfica operacional, na área de aplicações cartográficas, defesa, agricultura, redes de telecomunicações, planejamento urbano, gerenciamento de desastres naturais, etc. (ENGESAT, 2004)



Figura 3 – Imagem SPOT
Fonte: www.engesat.com.br (07-09-94)

- IKONOS II -> é o satélite americano que leva a bordo sensores de alta resolução, fazendo a aquisição dos dados em modo pancromático e multiespectral, em quatro bandas do espectro: azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. A resolução espacial é de 1m no modo pancromático (Figura 4) e 4m no modo multiespectral. A resolução radiométrica é de 11 bits (2048 níveis de cinza), o que aumenta muito o poder de contraste e de discriminação das imagens. O tamanho de uma cena é de 13 X 13Km. (RIPSA, 2000).



Figura 4 – Imagem IKONOSII
Fonte: www.engesat.com.br (28-02-2000)

- CBERS 2 -> É um satélite Brasileiro desenvolvido em conjunto com a China, O CBERS 2 foi lançado com sucesso no dia 21 de outubro de 2003, e é composto por dois módulos: um é a “carga útil”, onde são acomodadas as 3 câmeras (CCD – Câmera Imageadora de Alta Resolução, IRMSS – Imageador por Varredura de Média Resolução e WFI – Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada) e o Repetidor para o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais. Consegue obter a cobertura completa da Terra em 26 dias. Esse é o tempo necessário para se ter imagens de todo o globo terrestre com suas câmeras CCD e IRMSS, que possuem campos de visada de 113 Km a 120 Km, respectivamente (figura 5). Já com a câmera WFI, que consegue imagear uma faixa de 890 km de largura, o tempo necessário para uma cobertura global é de cinco dias.



Figura 5 – Satélite CBERSII
Fonte: www.engesat.com.br (2004)

3.3 - AEROFOTOGRAMETRIA

Esta forma convencional de obtenção de dados sobre uma área da superfície terrestre que se dá através de vôos fotogramétricos. Este tipo de cobertura visa obter a representação de toda a área em modelos estereoscópicos obtidos pela superposição de duas fotos sucessivas.

A aerofotogrametria permite que se extraia das fotografias aéreas verticais, os componentes planimétrico e altimétricos para a construção de um mapa (Figura 6). A cobertura por fotos aéreas é feita em faixas superpostas (que por sua vez, são constituídas por fotografias também superpostas), de maneira a abranger toda a área, compondo-se blocos de fotografias (Figura 7).



Figura 6 – Fotografia aérea e Mapa correspondente
Fonte: Cruz (2000)

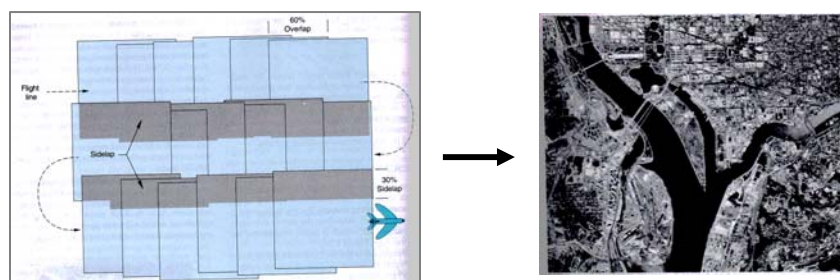


Figura 7 – Aerofotogrametria
Fonte: Cruz (2000)

Apesar de se constituir no método mais preciso para mapeamentos, seu custo elevado inviabiliza a manutenção do mapeamento em nível adequado.

4. O USO DE IMAGENS ORBITAIS NA ATUALIZAÇÃO

4.1 - AQUISIÇÃO DE DADOS ORBITAIS

A aquisição de dados orbitais deve levar em consideração a qualidade das imagens a serem obtidas (por exemplo, deve-se selecionar aquelas com menor quantidade de nuvens / névoa). Além disso, deve-se observar o tipo que melhor irá se adequar ao tipo de trabalho a ser feito.

Para aquisição de imagens é preciso que se entre em contato com o representante legal dos satélites, através de sites oficiais ou representantes legais, como é o caso do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que é o representante do Landsat e do CBERS no Brasil.

4.2 - VANTAGENS E DESVANTAGENS

É indiscutível a importância do sensoriamento remoto para a cartografia. A agilidade e a redução dos custos relativos à utilização de imagens orbitais na atualização cartográfica são acompanhadas de uma qualidade cada vez maior no que diz respeito à resolução espacial e multiespectral, buscando a conquista paulatina de uma maior precisão e acurácia. Deve-se ressaltar o menor custo de aquisição de imagens se comparado à realização de novo recobrimento aéreo (Tabela 1).

Com a oportuna incorporação de técnicas de processamento de imagens aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) visando à solução dos mais diversos problemas ligados ao meio físico terrestre, o tratamento digital de imagens passou a representar uma opção viável ao uso convencional de técnicas de fotointerpretação sobre imagens em papel. Porém, esse tipo de levantamento tem menor precisão do que os produtos da fotogrametria.

Tabela 1 – Comparação de custos médios entre imagens LANDSAT, Imagens SPOT e aerofotogrametria.

TIPO	CUSTO R\$ / Km ²
LANDSAT ETM7 ou TM5 (Nív. Correção 4)	0,05
SPOT Pancromático (Nív. Correção 2 ^A)	1,36
SPOT Multiespectral (Nív. Correção 2 ^A)	1,17
Vôo Fotogramétrico (Escala 1:70.000)	35,00

Fonte: CORREIA (1997)

4.3 - O QUE SE TEM FEITO?

É notável a experiência do IBGE, INPE e outras comunidades cartográficas com a correção geométrica de imagens orbitais e com investigações a respeito da qualidade geométrica resultante e da conseqüente possibilidade de uso das imagens em atualização.

Com o intuito de reverter gradativamente essa situação, a comunidade cartográfica vem direcionando esforços na procura de metodologias alternativas de atualização cartográfica, que sejam mais rápidas e econômicas. Por esse motivo, está sendo dada maior atenção às imagens de Sensoriamento Remoto orbital que, por serem mais econômicas, terem maior resolução temporal e espectral e fornecerem uma visão sinóptica da área de estudo, apresentam-se como uma fonte de informação temática de interessantes características potenciais para fins cartográficos.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo selecionada é a Bacia de Campos (Figura 8), uma área onde os processos modeladores do relevo ocorreram de maneira bastante dinamizada, seja por influência da ação antrópica ou não. Nessa área, grandes fatores atuam na modificação da paisagem, mas também a inter-relação desses agentes faz com que este seja um excelente exemplo onde pode ser notado o quanto a atualização cartográfica é necessária, e o quanto ela pode contribuir para um melhor estudo e entendimento de todos os agentes que atuam na evolução deste espaço.

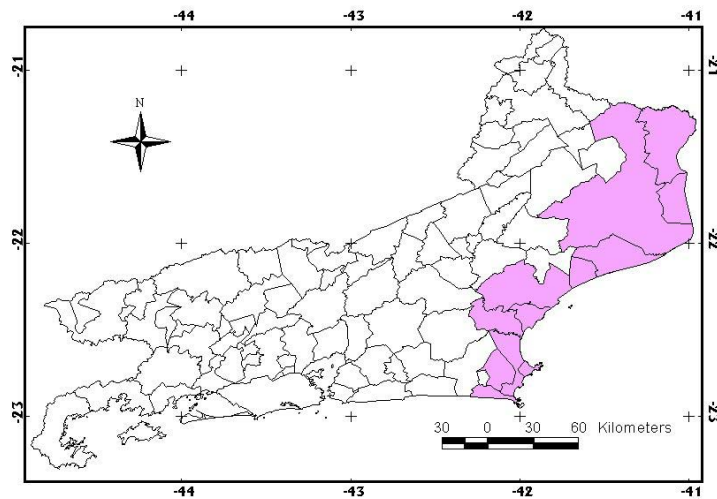
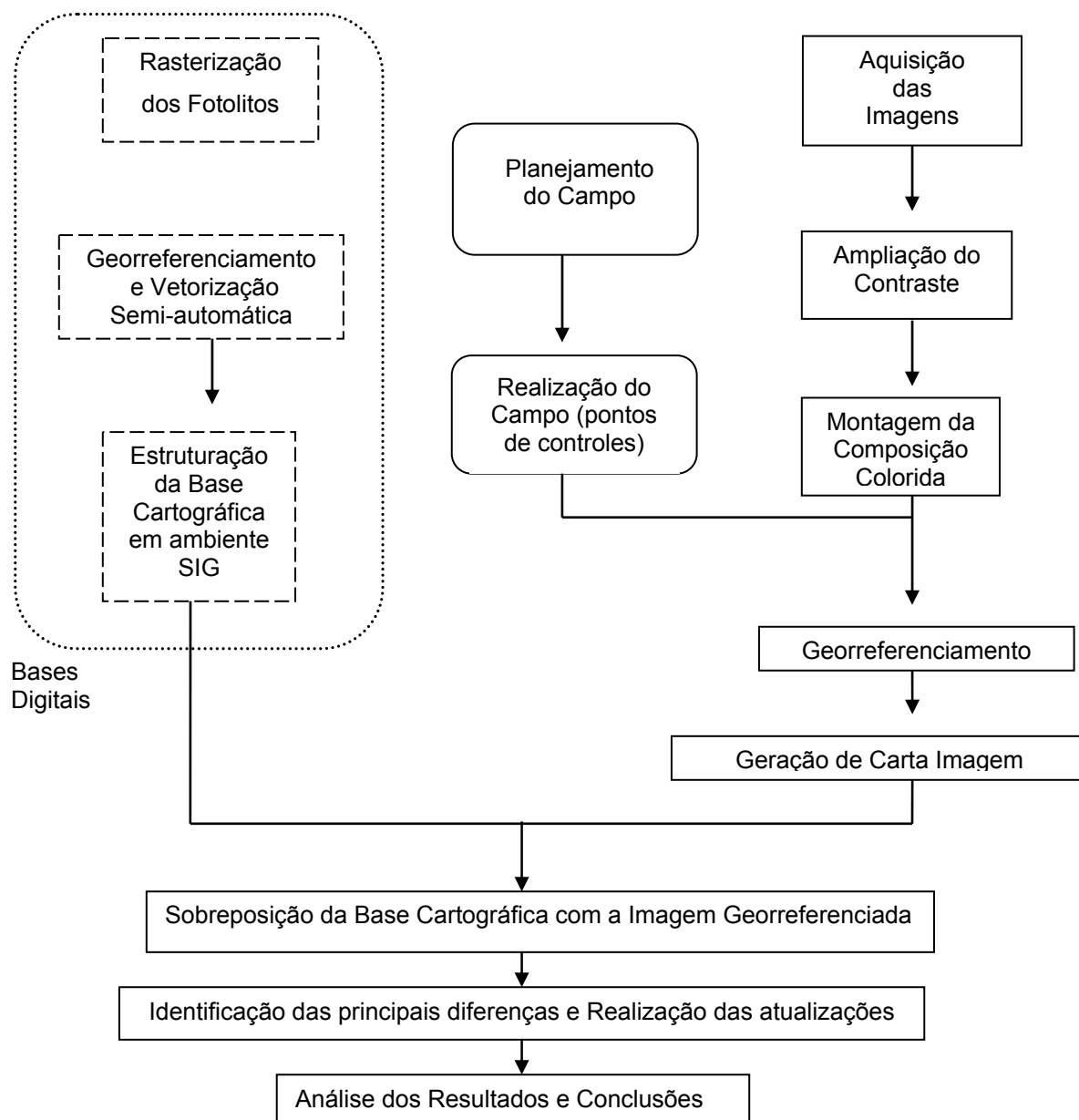


Figura 8 – Municípios da Bacia de Campos – RJ

5.2 - METODOLOGIA



A metodologia utilizada para a atualização cartográfica contou com as seguintes etapas:

Em primeira instância foi feita a aquisição dos fotolitos em raster, através do IBGE. Através do raster (modelo matricial) foi possível vetorizar as cartas que fazem parte da Bacia de Campos (ou seja, transformá-las em base vetorial). A vetorização foi feita no programa MICROSTATION 95 / Igeovec, e o processo utilizado foi o semi-automático. É importante que o processo de georreferenciamento da base seja rigoroso e garanta a sua compatibilidade com dados provenientes de outras fontes.

A estruturação da base na forma de feições em um SIG facilita o acesso e quantificação das mesmas.

Após a aquisição das imagens de satélite (Landsat 7 ETM + de Julho/2002), foi feito o processamento digital da imagem que contou com a Ampliação de Contraste dessas imagens e a montagem da composição colorida (programa SPRING 4.0 /INPE).

Na etapa seguinte foi feita a correção atmosférica, uma vez que a radiação proveniente da superfície terrestre, que é captada pelos sensores remotos, está sujeita os processos de absorção e espalhamento. Após a correção atmosférica procedeu-se o planejamento e a realização do Campo para que com o auxílio do GPS pudessem ser recolhidas as coordenadas de pontos que fossem visíveis na imagem.

Com os dados coletados em Campo tornou-se possível melhorar o georreferenciamento da imagem, posicionando-a melhor.

A etapa seguinte contou com a sobreposição da base cartográfica com a imagem georreferenciada. A partir daí foi feito o processo de atualização dos elementos cartográficos da carta digital com base na interpretação da imagem. Para esse procedimento foi utilizado o programa ArcView 3.1.

Após toda a atualização, foi possível observar o quanto a área da Bacia de Campos vem sofrendo modificações ao longo dos últimos 45 anos. Esta conclusão é baseada em comparações feitas entre as cartas topográficas de **1966** e as imagens de satélite atuais (**2002**) da área em questão.

5.3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através da sobreposição da base cartográfica com a imagem georreferenciada, pôde-se observar que ocorreu na região estudada uma série de mudanças significativas nos últimos 45 anos (ano da última reambulação das cartas topográficas analisadas), o que trouxe consequências significativa na dinâmica sócio-ambiental da região. Algumas das principais alterações observadas são no sistema de drenagem (retilinação e desvio de canais, assoreamento de lagoas costeiras), modificações na linha de costa, crescimento da área urbana, etc.

Todas essas modificações demonstram o quanto é importante um maior investimento na atualização das cartas topográficas existentes, devendo-se aproveitar os benefícios que o sensoriamento remoto orbital pode trazer para a realização desta tarefa.

Abaixo são apresentados alguns exemplos de como se encontram atualmente algumas áreas da região estudada (imagem Landsat 7 ETM +), como estavam estas mesmas áreas à 45 anos atrás (base cartográfica vetorizada) e o produto final das atualizações feitas:

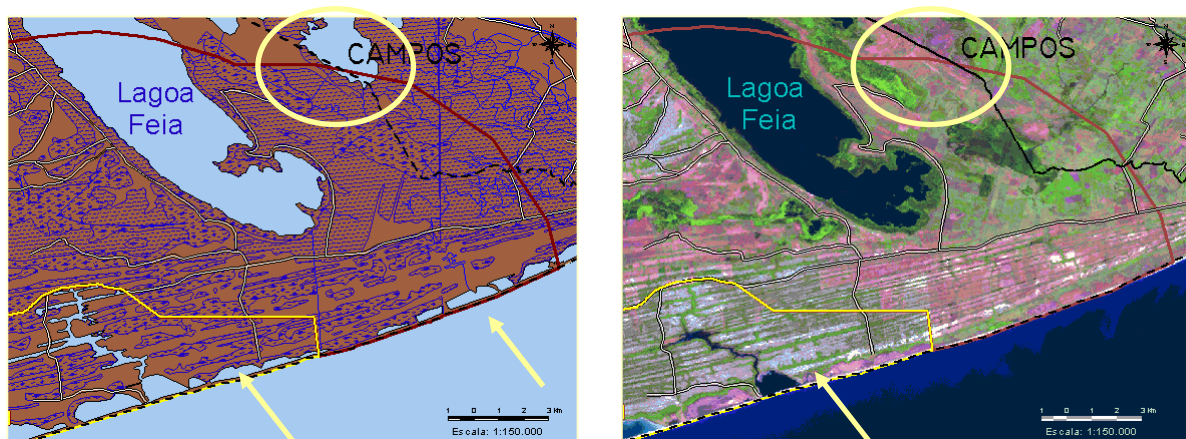


Figura 9 – Comparação entre as lagoas em 1966 (A) e em 2002 (B) mostrando o processo de assoreamento.

Na figura 9 são claramente visíveis as alterações no sistema de drenagem, onde podem ser observados o assoreamento de lagoas costeiras e a extinção completa de alguns lagos.

A Lagoa Feia sofreu processo de assoreamento e por conta disso algumas partes não existem mais por conta do aterramento para dar lugar ao aumento da área de cultivo de cana-de-açúcar (atividade de larga escala na região) e crescimento da área urbana. Houve também a diminuição do espelho d'água, causando o surgimento de algumas ilhotas que antes não existiam.

Ocorreram também modificações na linha de costa, mudanças na vegetação e usos.

Tal fator torna ainda mais importante uma política de maior investimento referente a atualização das cartas topográficas existentes, ou se possível um permanente monitoramento ambiental para a região.



Figura 10 – Comparação entre o Rio Macaé e a Mancha Urbana em 1966 (A) e em 2002 (B) mostrando as conseqüências do processo de desenvolvimento da região.

Na figura 10 é evidente a retificação de canais, e aterramento de algumas áreas para introdução de outros usos. É notável ainda o crescimento urbano de áreas deslocadas do centro urbano. Pode ser observado em campo que esse crescimento urbano se deu de forma desordenada, e vem ocupando áreas de preservação ambiental, como o Parque Nacional de Jurubatiba.

Esse exemplo aponta os impactos causados pela ação antrópica e que tem gerado grandes mudanças na região, que por si só já é bastante dinâmica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Documentos cartográficos em diferentes escalas são ferramentas fundamentais para conhecer o meio ambiente em escala local, regional e global, e ajudar na tomada de decisões necessárias para o planejamento ambiental e o gerenciamento de recursos, bem como na solução de problemas em áreas tão variadas como saúde, desmatamento, qualidade do ar e da água, demografia, etc. (Vergara, 2000).

A carência de mapeamento no Brasil, principalmente em escalas grandes é agravada pelo fato de grande parte encontrar-se desatualizado, fazendo com que a sua utilização não alcance os objetivos para os quais foram elaborados.

A região selecionada para estudo de caso apresenta grandes modificações, o que demonstra o quanto é necessária a atualização cartográfica.

Num primeiro momento é necessária a identificação de áreas onde as mudanças do meio físico justifiquem o processo de atualização. Com a periodicidade de alguns anos, essas áreas sujeitas à grandes modificações sócio-ambientais poderiam ser atualizadas, e dessa forma, as imagens de sensoriamento remoto seriam usadas para o monitoramento do território nacional.

Considerando-se tudo isso, destaca-se a necessidade de trabalhos que se dediquem a atualização de bases cartográficas e que confirmem a importância do Sensoriamento Remoto como uma fonte de dados atualizados e que pode servir de base para este tipo de trabalho.

Porém, o grande perigo que deve ser evitado a todo custo, é a proliferação de documentos cartográficos de qualidade questionável. Deve-se ter sempre em mente que a qualidade do produto final gerado é essencial, para que o objetivo da atualização seja realmente conseguido.

Concluindo, é extremamente importante destacar que a atualização cartográfica nacional é de grande importância e deve ser priorizada para que possamos acompanhar e entender as dinâmicas existentes na paisagem. Imagens de uma mesma região produzidas em períodos/anos diferentes tornam possível o monitoramento desses agentes modeladores da paisagem e podem contribuir para solucionar ou amenizar alguns problemas de ordem natural ou antrópica.

7. BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, MSS.; Pina, MF.; Santos, SM. **Conceitos Básicos de Sistema de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde**. RIPSAs. Organização Pan-americana de Saúde / Ministério da Saúde, 2000.

CORREIA, JD. **Atualização Cartográfica na Escala 1:50.000 Utilizando Imagens SPOT**. Dissertação de Mestrado - IME, 1997.

CRUZ, CBM.; Freitas, SR.; Barros, RS.; Seabra, VS. Anais da XXIV – Jornada de Iniciação Científica da UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.

CRUZ, CBM.; Pina, MF. **Fundamentos de Cartografia**. CEGEOP/UFRJ.2000.

D'ALGE, JCL.; Ferreira, NA. **Perspectivas de atualização do mapeamento sistemático através de imagens orbitais**. V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal. Anais, 1988, p.240-244.

GASPAR, JA. **Cartas e Projeções Cartográficas**. Editora Lidel. Portugal, 2000.

MOREIRA, MA. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 1ª edição. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos - SP, 2001.

NOVO, EMLM. **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações**. 2ª edição. Editora Edgard Blücher LTDA. São José dos Campos - SP, 1988.

PEREIRA, NR. **Avaliação Ambiental com Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas para fins de Planejamento Agrícola**. Dissertação de Mestrado - UFRJ, 1997.

VERGARA, OR.; Cintra, JP.; D'Alge, JCL. **Atualização cartográfica integrando técnicas de Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagens e Sistemas de Informação Geográfica**. X Simpósio Latino Americano de Percepción Remota, La Paz, 2001.