

Contribuição das imagens CBERS na Atualização do Mapeamento Sistemático Brasileiro na escala 1:100.000

José Duarte Correia^{1,2}
Carla Bernadete Madureira Cruz²
Paulo Márcio Leal de Menezes²
Sálua Saldanha Marini¹
Rafael Silva de Barros^{1,2,3}

¹ Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE/DGC
Av. Brasil 15671 - 21241-051 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
{joseduarte, salua, rsbarros} @ibge.gov.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ/CCMN
Av. Brigadeiro Trompowski s/n - 21949-900 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
duart@ufrj.br, cmad@domain.com.br, pmenezes@acd.ufrj.br

³ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Av. Francisco Portela, 794 - 24435-000 – São Gonçalo – RJ, Brasil

Abstract. The advances of modern technologies have been increasing the automation of the humans' tasks during these last decades. By this way, Remote Sensing has been enlarging its application in different research fields and activities. Currently, in Brazil, CBERS imagery has been released by INPE, leading us to a review of the proceedings of cartographic basis updating in the 1:100.000 scale. An extended concept for the traditional map sheets is also given as a contribution for the responsible institutions for the national basic cartography, in order to constitute a common use basis.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, systematic mapping, cartographic updating, sensoriamento remoto, processamento de imagens, mapeamento sistemático, atualização cartográfica, CBERS.

1. Introdução

O mapeamento sistemático de um país consiste na representação plana do seu espaço territorial por meio de séries de cartas em escalas-padrão e sistemas de projeção cartográfica definidos para atender aos requisitos de planejamento voltados para o desenvolvimento sócio-econômico, bem como para subsidiar a realização das principais atividades humanas. Surgiu no século XVIII, ocasião em que os governantes dos proeminentes países europeus passaram a considerar o mapeamento como fundamental para o desenvolvimento e a segurança nacionais. O caso brasileiro se desenrolou de forma mais tímida em função da sua história, da sua extensão territorial e, ao que as evidências levam a crer, devido à menor importância dada pelos nossos dirigentes à Cartografia (perdurando até os dias de hoje). A primeira edição da Carta do Brasil ao Milionésimo (escala 1:1.000.000) ocorreu apenas em 1922, elaborada pelo Clube de Engenharia (Guimarães *et al.*, 2003).

Por outro lado, os avanços das ciências têm proporcionado, em especial nas últimas quatro décadas, o surgimento de variados recursos tecnológicos que agilizam e automatizam a execução de tarefas. A contribuição do Sensoriamento Remoto para a elaboração de produtos cartográficos é um bom exemplo disso, como se pode observar no caso da liberação comercial dos sensores orbitais de alta resolução espacial (IKONOS, 1999, 1m de resolução).

O INPE, por sua vez, vem também proporcionando grande contribuição à cartografia nacional há anos, por meio da aquisição e distribuição de imagens LANDSAT a custos reduzidos, o que estimulou e viabilizou a crescente diversidade de mapeamentos temáticos

(especialmente os relacionados ao uso do solo e ao meio ambiente). Em sua recente liberação das imagens CBERS gratuitamente, via INTERNET, configurou um novo cenário de ofertas que motiva uma revisão do antigo problema da atualização do Mapeamento Sistemático Brasileiro.

2. Mapeamento Sistemático Brasileiro

O Mapeamento Sistemático Brasileiro segue a legislação contida em COCAR (1981), que estabelece as escalas-padrão 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000 e atribui a responsabilidade de sua normalização e execução à Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Adota o sistema de projeção cartográfica da Carta Internacional ao Milionésimo (CIM) para o mapeamento na escala 1:1.000.000, enquanto que o Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) para as demais escalas. A idéia central consistia em se mapear integralmente toda a extensão territorial em cada uma dessas escalas definidas, entretanto isto não se viabilizou na prática.

O último período de investimentos de grande porte do Governo Federal na atividade de mapeamento sistemático ocorreu de 1978 a 1985, por meio do Programa Especial de Dinamização da Cartografia Terrestre – PDC. Os objetivos do programa eram o complemento da elaboração de folhas topográficas nas escalas 1:100.000 e 1:50.000 das regiões nordeste e centro-sul do país e a realização do mapeamento do vazio cartográfico da Amazônia Legal na escala 1:100.000 (IBGE 1978). No entanto, a situação econômica nacional levou o Governo Federal a tomar uma série de medidas de contenção de despesas a partir do início dos anos 80. A desaceleração da economia e a destinação prioritária dos recursos para a área social ocasionaram a interrupção precoce do PDC. Em resumo, o Mapeamento Sistemático Brasileiro encontra-se incompleto e desatualizado, conforme mostram o mapa da idade do mapeamento sistemático existente na escala 1:100.000 da **Figura 1** (a cor branca corresponde aos vazios cartográficos nessa escala) e os quantitativos da **Tabela 1** referentes às folhas topográficas elaboradas nas diversas escalas até o presente momento.

Tabela 1: Quantitativos de folhas topográficas já elaboradas (Guimarães *et al.*, 2003).

Escala	Nº Total de Folhas	Nº Folhas Elaboradas	% Mapeado
1 / 1.000.000	46	46	100
1 / 500.000	154	68	37
1 / 250.000	556	444	81
1 / 100.000	3.049	2.289	75
1 / 50.000	11.928	1.647	14
1 / 25.000	47.712	492	1

Algumas iniciativas de atualização planimétrica de folhas topográficas foram efetuadas nos últimos cinco anos, destacando-se: folhas nas escalas 1:250.000 e 1:100.000 atualizadas pela DSG com base em imagens LANDSAT; folhas 1:250.000 da Amazônia Legal no escopo do projeto SIVAM, atualizadas pelo IBGE também com base em imagens LANDSAT; e folhas 1:100.000 e 1:50.000 no âmbito do projeto Censo 2.000, atualizadas pelo IBGE parcialmente por compilação e pelo uso de georreceptores do Sistema GPS. Essas realizações merecem um alto reconhecimento pelos resultados alcançados face aos escassos recursos, porém, de um modo geral, conseguiram resolver apenas parcialmente o problema, pois os

levantamentos de campo ocorreram em quantidade inferior ao que é tecnicamente requerido por essa atividade.

Cartografia é uma atividade muito onerosa, porém imprescindível para qualquer plano de desenvolvimento sustentável. À guisa de uma comparação com outros países, o Brasil (8,5 milhões km²) dispõe de um efetivo menor do que 2.000 (DSG + IBGE) para a confecção e a atualização das bases cartográficas oficiais, enquanto que a França (544.000 km², ligeiramente menor do que o Estado da Bahia e do que o Estado de Minas Gerais) dispõe de aproximadamente 1.500, e o México (1.973.000 km², 25 % maior do que o Estado de Amazonas) de 4.000.

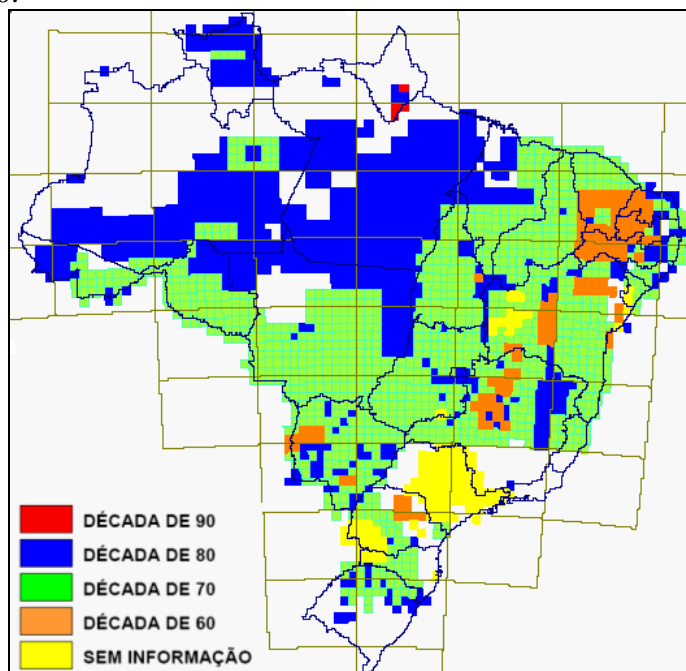


Figura 1: Idade do mapeamento sistemático na escala 1:100.000 (Fonte: IBGE).

A otimização dos escassos recursos existentes induz obrigatoriamente a um enxugamento de escalas a mapear, ou seja, assim como a escala 1:500.000 já foi naturalmente abandonada, qual seria a menor escala viável para caracterizar adequadamente cada “porção homogênea (quanto às características físicas, sociais e econômicas)” do Território? Em outras palavras, como zonar o Brasil por escala básica de mapeamento sistemático em função de análises calcadas em indicadores sociais e econômicos (por exemplo, densidade populacional)? Busca-se atingir um número mínimo de folhas, porque, além de sua confecção, demandam por atualizações periódicas.

Complementando esta sucinta visão do estágio atual do Mapeamento Sistemático Brasileiro, convém ainda alertar para a discussão sobre o tratamento do mapeamento existente. Considerando-se a atual acurácia dos posicionamentos relativos pelo Sistema GPS, que atingem 0,1ppm (Monico, 2.000) contra 1ppm pelos distanciômetros eletrônicos, bem como pelo fato da precisão final da rede planimétrica (alta precisão) situar-se em torno de 10ppm, há quem defenda o abandono integral das bases elaboradas pelos levantamentos clássicos, o que é absurdo face ao quadro caótico descrito anteriormente. Por outro lado, aproveitá-las como estão e misturá-las com as confeccionadas pela nova tecnologia, causará diversos problemas (principalmente no meio digital). Deve-se lembrar que a interrupção brusca do PDC gerou também o inconveniente de não se ter efetuado as devidas avaliações geométricas amostrais das folhas até então elaboradas, objetivando sua devida classificação.

Na Cartografia Analógica, as folhas de carta eram praticamente os únicos documentos cartográficos sobre os quais se desenvolviam as aplicações militares, os anteprojetos e os projetos de médias e grandes obras de engenharia. A qualidade e a estabilidade da geometria (papéis estáveis) eram as características de maior relevância. O alvo era sempre a Classe A.

Já na Cartografia Digital, diminuíram as aplicações que utilizam mensurações diretas sobre a mídia papel. A atenção maior passou a ficar por conta da obtenção de um maior número de informações cartográficas destinadas a um maior número de diferentes tipos de usuários. Os erros planimétricos passaram a ser tolerados com mais flexibilidade, como nos casos de mapeamentos temáticos da Classe C, cujos os erros tolerados são duas vezes maiores do que os da Classe A (CONCAR, 2004).

3. Sensoriamento Remoto

Como consagrado, os principais aspectos a favor do uso do Sensoriamento Remoto são: o imageamento de áreas de difícil acesso terrestre e aéreo (função das suas características geográficas ou em situações de catástrofes); o caráter sinóptico aliado ao recurso de imageamento contínuo (automático ou programado) e sua repetitividade; os custos decrescentes compartilhados por um número crescente de usuários, com destaque para os investimentos de órgãos governamentais, destinados a garantir a aquisição dos insumos básicos para os seus estudos de recursos naturais e de meio ambiente; e a combinação de bandas que proporciona uma capacidade de identificação de feições / alvos muito maior do que as tradicionais aerofotografias da faixa do visível (os sensores hiperespectrais, adquirindo simultaneamente mais de 100 bandas do espectro eletromagnético, ainda na modalidade aerotransportada, estão sendo empregados nos estudos de mapeamentos subsuperficiais).

O aumento da oferta de imagens orbitais com melhores resoluções espaciais, espectrais e temporais, com alta qualidade geométrica e a custos cada vez menores em relação aos tradicionais vôos fotogramétricos, tem contribuído ainda mais para o aumento da utilização do Sensoriamento Remoto em várias atividades humanas. No que concerne à Cartografia, já se podem confeccionar bases cartográficas (plani-altimétricas) em escalas maiores que 1:25.000.

A melhoria da acurácia dos posicionamentos isolados por GPS a partir de 02 MAI 2000 (fim da *Selective Availability*) e as recentes distribuições gratuitas das imagens CBERS e dos modelos digitais de elevação da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) configuram um quadro especial favorável à formulação metodológica a seguir apresentada.

4. Base Cartográfica na escala 1:100.000 integrada por imagens orbitais

O mapeamento na escala 1:100.000 destina-se principalmente à atividade de planejamento setorial por parte dos órgãos de governo. Embora para muitos possa parecer que a escala 1:100.000 contenha pouco detalhamento de informação cartográfica, convém citar o caso do “Institut Géographique National” da França que adotou o mapeamento sistemático nessa escala para disseminar as principais informações turísticas do país, intitulando o novo produto gerado como “La Carte Touristique Locale” (amplamente comercializado pela França).

O problema da atualização cartográfica é antigo e com ampla abrangência geográfica, contudo o Sensoriamento Remoto vem atuando como uma ferramenta muito eficaz para a sua solução. Vários estudos e trabalhos foram desenvolvidos pelo mundo neste sentido, como o de D’Alge (1997) que tece considerações teóricas, incluindo um detalhamento conceitual sobre a importância da correção geométrica de imagens.

A folha topográfica digital compõe-se de várias camadas (*layers*) de informação, que facilitam a formação de variadas combinações em função da aplicação desejada. O IBGE a separa em oito camadas: Hidrografia, Hipsografia, Limites, Localidades, Obras, Pontos de Referência, Sistema de Transporte e Vegetação.

A proposta central deste trabalho compreende o acréscimo de camadas correspondentes ao modelo digital de elevação do SRTM e às bandas de imagens CBERS ortorretificadas, ampliando-se o potencial de informações que podem ser extraídas da folha (uso do solo, geologia, etc.), inclusive o tema central da atualização das oito camadas básicas da folha. Como este processo de atualização demanda recursos e tempo, propõe-se, também, a inserção de uma camada referente à carta imagem com a finalidade de, temporariamente, proporcionar uma visão atual sinótica da folha.

Desta forma, relaciona-se, a seguir e de forma sucinta, os principais quesitos de uma formulação metodológica para a atualização do mapeamento sistemático na escala 1:100.000.

4.1. Integração de Sistema Geodésico das folhas topográficas existentes

A grande maioria das folhas topográficas na escala 1:100.000 está referida aos sistemas geodésicos oficiais, sendo 51% do total existente de folhas ao Córrego Alegre e 44% ao SAD 69 (Guimarães *et al.*, 2003). Como o IBGE já iniciou o projeto de mudança para o referencial geocêntrico SIRGAS (Sistema de Referência para as Américas), recomenda-se a imediata adoção do WGS 84 que coincidirá com o SIRGAS nesta escala 1:100.000 (ou seja, as discrepâncias serão menores do que o erro gráfico tolerável de 20m).

Deste modo, dever-se-á transformar as oito camadas de cada folha existente para o WGS 84 via os aplicativos regularmente disponíveis nos sistemas de SIG (reprojetividade), ou simplesmente pela translação de todas as camadas por um mesmo valor médio correspondente à variação de coordenadas (entre o sistema considerado e o WGS 84) no centro da folha, utilizando os parâmetros contidos na **Tabela 2** e na **Tabela 3** (IBGE, 1983 e 1989).

Tabela 2: Parâmetros definidores dos elipsóides de referência.

Sistema Geodésico	Elipsóide de Referência	
	Semi-eixo maior	Achatamento
Córrego Alegre	6.378.388,00 m	1 / 297
SAD 69	6.378.160,00 m	1 / 298,25
WGS 84	6.378.137,00 m	1 / 298,257223563

Tabela 3: Parâmetros de transformação entre sistemas geodésicos (Molodenskii completo).

Transformação	Parâmetros		
	Δx	Δy	Δz
Córrego Alegre \rightarrow WGS 84	-205,57 m	+168,77 m	- 4,12 m
SAD 69 \rightarrow WGS 84	- 66,87 m	+ 4,37 m	- 38,52 m

Como essas folhas foram referidas a sistemas geodésicos de diferentes realizações, seria conveniente, sempre que viável, se proceder a verificação da qualidade geométrica (erro interno) e do posicionamento das folhas (erro externo) transformadas para WGS 84. Sugere-se o uso de, pelo menos, seis pontos de controle, distribuídos uniformemente pelo contorno da folha, determinados por posicionamento isolado GPS referido a WGS 84, que atinge erros planimétricos da ordem de 15m (a 95% de grau de confiabilidade), portanto inferior ao erro gráfico de 20m na escala 1:100.000. Pode-se iniciar a análise com a comparação direta entre as coordenadas obtidas nessas seis estações GPS e os respectivos pontos de controle da carta digital transformada para WGS 84. Caso algum ponto ultrapasse 20m, recomenda-se a aplicação da transformação isogonal (translação, rotação e escala) com base em duas estações GPS mais distantes entre si. Se alguma discrepância resultante nos demais pontos de controle ultrapassar 20m, sugere-se a aplicação do modelo afim linear com base nas seis estações GPS,

sendo que a verificação deverá ser efetuada com auxílio de mais algumas outras estações GPS. Aplica-se o método escolhido às oito camadas vetoriais da folha.

4.2. Correção geométrica e georreferenciamento das imagens CBERS

Uma imagem bruta não pode ser utilizada diretamente em um ambiente georreferenciado. Submete-se, de início, a correções radiométricas, constituindo uma nova imagem bruta (ainda não georreferenciada). O próximo passo é a geocorreção, ou seja, a transformação da imagem partindo-se do sistema de projeção do imageamento para o sistema de projeção e sistema geodésico desejados, incluindo-se a correção de rotação e de esfericidade terrestre, a partir dos dados de efemérides e de atitude do satélite. Este é exatamente o produto de imagens CBERS atualmente liberado pelo INPE, no sistema de Sistema de Projeção UTM, Sistema Geodésico SAD 69 e formato Geotiff.

O acúmulo de erros acidentais ao longo dessa transformação costuma resultar em erros residuais finais significativos na escalas 1:250.000 e maiores. Assim sendo, necessita-se efetuar um novo georreferenciamento com base em pontos de controle, que podem ser provenientes de mapeamentos em escalas maiores do que a escala desejada ou estabelecidos por levantamentos de campo. O modelo mais popular é o modelo polinomial de primeiro grau – modelo afim linear (desenvolve-se no espaço bidimensional); entretanto, muitos desconhecem que este modelo se aplica apenas para regiões aproximadamente planas.

A **Figura 2** apresenta esquematicamente o cálculo, no plano de projeção, dos maiores deslocamentos de relevo das imagens CBERS, podendo-se concluir que a folha que apresentar diferença de nível máxima, relativa entre dois de quaisquer de seus pontos, inferior a **688 m** (ΔH), poderá ser considerada plana, pois o erro devido ao relevo situa-se inferior ao Padrão de Exatidão Cartográfica da Classe A que é de 50m (Δx) para a escala 1:100.000, podendo-se, assim, aplicar-se diretamente o modelo polinomial para a geração de ortoimagens. Caso contrário, recomenda-se o uso de um programa que gere ortoimagem genericamente a partir de um modelo digital de elevação, que poderá ser o próprio modelo digital de terreno derivado de curvas de nível da folha, ou diretamente de imagens orbitais. O IBGE vem testando o uso dos modelos do SRTM com bons resultados.

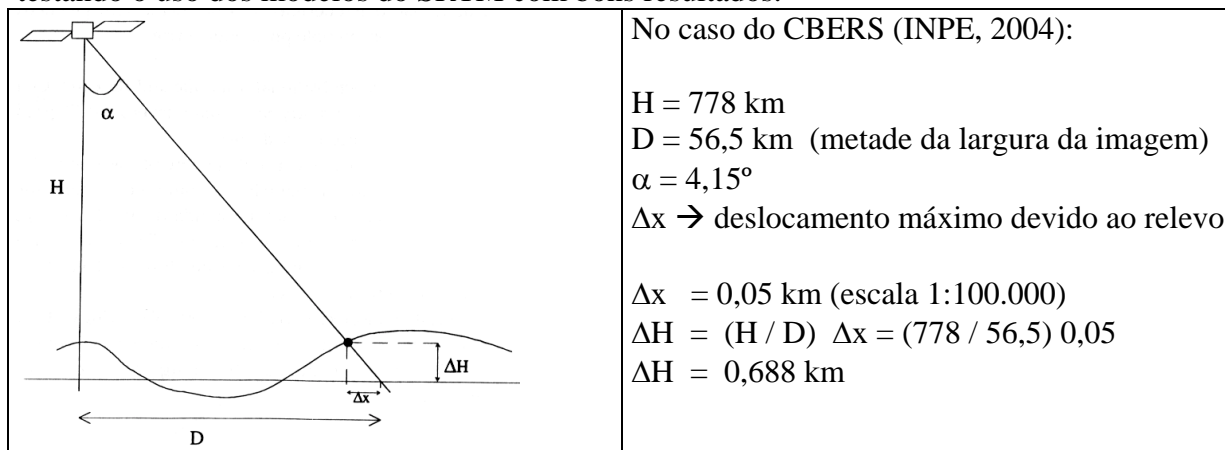


Figura 2: Deslocamento máximo de uma imagem CBERS devido ao relevo no plano de projeção (GDTA, 1996).

O modelo rigoroso de correção geométrica, ou modelo físico segundo alguns, é similar ao modelo fotogramétrico, que reconstitui os raios visuais em 3D. O ideal é que seja aplicado de uma só vez sobre a imagem bruta, levando em conta: um modelo digital de elevação da região imageada compatível com a escala final desejada; os dados de efemérides e de atitude do satélite; e os valores de coordenadas de pontos de controle (em 3D) também compatíveis com essa escala, dando origem às ortoimagens.

Os programas comerciais que efetuam a correção rigorosa de imagens orbitais ainda não estão adaptados para as imagens CBERS. Para que isto ocorra, torna-se necessário que o INPE divulgue alguns parâmetros gerais do satélite, assim como crie um novo padrão de fornecimento, que corresponda às imagens brutas CBERS acompanhadas dos seus respectivos dados de efemérides e de atitude do satélite.

4.3. Recorte das ortoimagens

Os campos de representação das folhas do Mapeamento Sistemático Brasileiro nas variadas escalas correspondem estritamente ao enquadramento geográfico respectivo, isto é, limitam-se por trechos de paralelos e de meridianos. O mesmo não ocorre, por exemplo, na realidade francesa, em que as folhas são limitadas por retângulos segundo o sistema de coordenadas retilíneas retangulares do sistema de projeção adotado, bem como há superposições entre todas as folhas contíguas, sendo maiores quando algum elemento de importância se localiza próximo ao limite da folha (localidades, obras de engenharia, etc.).

Sugere-se, portanto, o recorte das ortoimagens associadas a uma folha segundo um retângulo do sistema de coordenadas planas UTM, tal que garanta uma superposição mínima com as das folhas contíguas, o que facilitará a formação de mosaicos das ortoimagens.

4.4. Cartas Imagens

O conceito consagrado de carta imagem vincula-se ao conjunto formado por uma imagem (uma ou mais bandas) devidamente realçada (para uma melhor visualização / plotagem), corrigida geometricamente e georreferenciada, assim como por uma ou mais camadas vetoriais que contenham as informações mais gerais que facilitem a localização dos elementos da imagem. Quando a imagem é atual, passa-se a dispor de um documento cartográfico atual ainda que sinótico. Como exemplos, podem-se citar as cartas imagens CBERS do Projeto Educa SeRe III do INPE utilizadas como recurso didático para a atividade de ensino do Sensoriamento Remoto das escolas de Ensino Fundamental e de Ensino Médio.

No caso proposto por este trabalho, as ortoimagens CBERS deverão, a princípio, ser as mais atuais e com menor índice de nebulosidade. Como as características variam de região para região do Brasil, precisa-se atentar para os detalhes específicos. Assim, por exemplo, enquanto os nomes de fazendas e de localidades são as referências de localização principais nas áreas rurais, a hidrografia assume maior importância em conjunto com as localidades na Amazônia, situação em que também se deve dispor de duas ortoimagens: uma da época de cheia e outra da de vazante, face à significativa amplitude das cotas fluviométricas e sua representatividade para a navegação regional.

4.5. Atualização cartográfica

O processo de atualização compreende basicamente as etapas de: compilação de outros documentos cartográficos atuais disponíveis; identificação de feições de atualização com base em combinações das bandas integrantes da ortoimagem; reambulação de novas feições e comprovações de dúvidas no campo; e edição, no formato vetorial, das oito camadas integrantes da folha, de acordo com a consolidação das novas feições. As novas camadas geradas substituem as anteriores, contudo devem-se manter as anteriores em arquivos históricos e deve-se proceder da mesma maneira por ocasião da repetição periódica da tarefa de atualização. Uma atenção especial deve ser dada na edição das camadas no formato vetorial, para que se garanta o rigor topológico necessário para a realização de operações de consulta e de análise espacial.

5. Conclusão

A metodologia acima esboçada para o mapeamento na escala 1:100.000 é de simples execução, envolve baixos custos e estende o conceito de folha topográfica, ao incluir camadas complementares, tais como ortoimagem e carta imagem, ampliando as possibilidades de combinações de camadas de informação e, em consequência, o leque de aplicações.

A gratuidade dos insumos envolvidos (imagens CBERS e modelos de elevação da SRTM) é um aspecto forte desta proposta, bem como o tratamento digital pelo programa SPRING (gratuito), que carece apenas de um módulo de ortorretificação de imagens CBERS.

O objetivo principal de atualização cartográfica, efetiva-se parcialmente por meio da carta imagem, enquanto se desenrola o processo de atualização propriamente dito.

Desta forma, fica aqui uma contribuição para as discussões dos planos de trabalho anuais da DSG e do IBGE, ou seja, mais um conjunto de idéias a ser analisado quanto à sua exequibilidade e à sua prioridade de realização relativamente aos demais projetos executados por essas instituições (face aos seus minguados recursos disponíveis). Em caso de aceite, poder-se-ia recorrer às universidades e a outros órgãos cartográficos que quisessem participar de um grande mutirão de atualização e de sua manutenção periódica. Obviamente, convém despender os esforços necessários para a consolidação prévia de uma metodologia, a ser seguida por todos os participantes.

Com o advento do SPOT-5 e a iminência do surgimento de outros satélites como o CBERS-3 (lançamento previsto para 2008), dotado de um sensor pancromático com 5m de resolução espacial (INPE, 2004), tudo leva a crer que, em pouco tempo, o mapeamento e a atualização cartográfica nas escalas 1:50.000 e menores (grande maioria do mapeamento sistemático) serão plenamente atendidos pelo uso de imagens orbitais, superando o clássico processo fotogramétrico em termos de economia e de simplicidade de tratamento de dados.

Referências

COCAR. **Cartografia e Aerolevanteamento, Legislação**. 1981. 136 p. Comissão de Cartografia da Secretaria de Planejamento da Presidência da República.

CONCAR. Normas Cartográficas, Normas Técnicas da Cartografia Nacional, Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984. Comissão Nacional de Cartografia. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/FCCA32.htm>>. Acesso em 14 out. 2004.

D'Alge J.C.L. Atualização Cartográfica por Imagens de Satélite. 1997. 14 p. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/~julio/consult1.pdf>>. Acesso em 11 out. 2004.

GDTA. **Spacemaps, Image mapping methods, examples of implementation**. Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale. France. 1996. 120 p.

Guimarães, I.; Pereira, K.D.; Freitas, L.; Augusto, M.J.C.; Maranhão, M.; Araújo, V.H.; Azevedo, J.B. & Freitas, A.L.F. Projeto de Mudança do Referencial Geodésico e a Cartografia – Uma Visão Crítica. In: XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, 21, 2003, Belo Horizonte, **Anais em CD-ROM**, Sociedade Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro.

IBGE. **Programa Especial de Dinamização da Cartografia Terrestre**, 1978. 116 p.

IBGE. Resolução nº 22 de 21 JUL 1983. Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pdf/bservico1602.pdf>. Acesso em: 15 NOV 2004.

IBGE. Resolução nº 23 de 21 FEV 1989. Parâmetros para Transformação de Sistemas Geodésicos. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pdf/rpr-2389.pdf>. Acesso em 15 NOV 2004.

INPE. CBERS-3 e 4. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.cbbers.inpe.br/pt/programas/cbbers3-4.htm>. Acesso em 19 OUT 2004.

Monico, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS**, Editora UNESP, São Paulo. 2.000. 287 p.