

## IMAGEAMENTO COMO FERRAMENTA PARA PRESERVAÇÃO E MONITORAMENTO DE CENTROS HISTÓRICOS BRASILEIROS

Erich de Araujo Furlan (\*); Simone Angélica Del-Ducca Barbedo (\*,†)  
 (\*) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

### Introdução

A cultura e a história de uma comunidade, seja ela um país, um estado, uma cidade ou um grupo particular, é marcada por manifestações sociais, políticas, artísticas e culturais expressadas desde a linguagem até o planejamento e organização do espaço urbano. Esse conjunto forma o patrimônio artístico e cultural de um povo o qual possui seu valor dentro do contexto que pertence ou pertenceu na construção histórica e no desenvolvimento da comunidade.

A proteção da cultura e da natureza requer um grande esforço da sociedade como um todo. A preservação dessa riqueza permite que o mundo continue a apreciar e valorizar sabendo que o patrimônio de cada país pertence a todos os habitantes do planeta. Marcos históricos, centros culturais e áreas de natureza nos remetem ao nosso passado e nos servem como parte para o futuro (Patrimônio, 2000).

Deve-se considerar que todo patrimônio arquitetônico ou um centro histórico, ao mesmo tempo em que merece ser preservado, faz parte de um processo de evolução histórica, cultural e social. Neste sentido, de acordo com Fonseca citado por Santos (2001), o patrimônio cultural, considerado em toda a amplitude e complexidade, começa a se impor como um dos principais componentes no processo de planejamento e ordenação da dinâmica de crescimento das cidades e como um dos itens estratégicos na afirmação de identidades de grupos e comunidades, transcendendo a idéia fundadora da nacionalidade em um contexto de globalização.

Tratar a cidade como tecido vivo, como um organismo histórico em desenvolvimento, significa promover ações de aproximação em relação à sua história e à sua vocação; elaborar inventários locais do patrimônio de interesse histórico, artístico, arqueológico e paisagístico que possam orientar as políticas urbanas e territoriais e fazer leituras sistemáticas dos espaços e qualificar esses espaços através do desenho. É necessário sempre ter como perspectiva: explicitar e valorizar o enraizamento das comunidades; evitar a descontinuidade dos tecidos, manter a lógica de formação e de inserção em um território e promover o crescimento equilibrado (Santos, 2001).

Atualmente, a preservação do patrimônio cultural, bem como o planejamento e o desenvolvimento urbano podem contar com recursos e técnicas cada vez mais avançados, advindas da ciência e da tecnologia. Um destes recursos está na utilização de imagens de satélites, as quais oferecem dados confiáveis e nítidos sobre o desenvolvimento e crescimento urbano, além de análises ambientais.

Para Paes (2003), face à dinâmica da ocupação urbana, torna-se necessário a criação e o aprimoramento de mecanismos que permitam melhor caracterizar e monitorar estas áreas, possibilitando avaliar as mudanças que, na maioria dos casos, ocorrem de maneira rápida e desordenada.

Para a consolidação de imagens de sensoriamento remoto a fim de obter informações dos recursos naturais, muitos países, entre eles o Brasil, investiram recursos financeiros significativos para colocar em órbita satélites de observação da Terra e alcançarem autonomia e independência tecnológica nesta área.

Além disso, o vasto conhecimento científico e tecnológico no que se refere à análise de imagens, assegura o sucesso do uso destas junto à comunidade científica e acadêmica, beneficiando a sociedade como um todo por meio do fornecimento de informações científicas, precisas e confiáveis.

Sabins (1978) define Sensoriamento Remoto como “técnicas e métodos empregados na observação de objetos através de análises de dados adquiridos por instrumentos colocados numa posição estacionária ou móvel numa distância remota”. De acordo com a Figura 1, pode-se afirmar que um sistema de imageamento possui quatro componentes básicas: (A) fonte de energia, (B) meio de transmissão/propagação, (C) objeto, (D) sensor. As demais componentes representam a transformação que a imagem sofre até chegar ao produto final e que são: (E) recepção, (F) análise e interpretação e (G) aplicação.

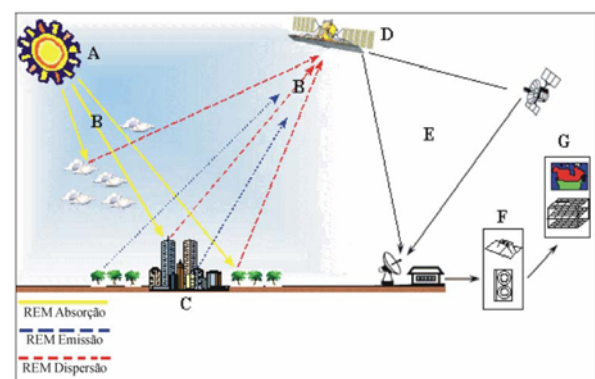


Fig.1 Processo de imageamento.

Existem vários satélites que disponibilizam imagens em vários níveis de resolução para atender as necessidades de estudos nas mais diversas áreas do conhecimento. Neste trabalho, apresentam-se quatro sistemas de sensoriamento remoto: o CBERS e o LANDSAT, cujas imagens são disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e

representam satélites de média resolução; e o IKONOS e QuickBird, que são satélites de alta resolução, porém com custo na aquisição de suas imagens.

### Satélites de Média Resolução

#### a) CBERS

Os governos do Brasil e da China assinaram em 1988 um acordo de parceria envolvendo o INPE e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST) para o desenvolvimento de dois satélites avançados de sensoriamento remoto, denominado Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, contendo o CBERS e CBERS 2.

De acordo com Epiphanyo (2005), as imagens CBERS podem ser solicitadas gratuitamente pela internet (<http://www.obt.inpe.br/catalogo>). O sistema desenvolvido para o CBERS 2 provou-se muito amigável e muito rápido. Tão logo as imagens CBERS são recebidas pela estação terrestre de recepção de Cuiabá-MT, elas são enviadas a uma central de processamento e distribuição do INPE. Após a catalogação e processamento, o usuário pode acessar e pedir as imagens num sistema de busca fácil. Mediante um cadastramento, o usuário pode escolher as imagens e fazer o pedido propriamente dito. Em poucos minutos as imagens ficam disponíveis numa área de FTP (protocolo de transferência de arquivos) prontas para serem baixadas no computador do usuário. Em geral, mais de 80% dos pedidos ficam prontos em menos de 10 minutos.

As aplicações do CBERS 2 envolvem muitas áreas incluindo:

- Monitoramento e mapeamento do desflorestamento;
- Gerenciamento e controle ambiental;
- Aplicações na agricultura, incluindo identificação e monitoramento de culturas, geologia, hidrologia;
- Monitoramento de reservatórios e zonas costeiras;
- Mapeamento de uso da terra, turismo, etc.

#### b) LANDSAT

Em 1972, a NASA (National Aeronautics and Space Administration) lançou o primeiro satélite chamado ERTS 1 (Earth Resources Technology Satellites), no quadro do Programa Espacial "Earth Resources Technology Satellite". Este Programa Espacial e os satélites que o compõe foi rebatizado por LANDSAT para melhor sugerir o enfoque do seu esforço sobre Sensoriamento Remoto de Recursos Naturais Terrestres. A última atualização do LANDSAT ocorreu em 1999 com o lançamento do LANDSAT 7.

As aplicações das imagens de satélite geradas pelo LANDSAT são utilizadas para:

- Acompanhamento do uso agrícola das terras;
- Apoio ao monitoramento de áreas de preservação;
- Atividades ligadas à energia e minério;
- Cartografia e atualização de mapas;
- Desmatamentos;
- Detecção de invasões em áreas indígenas;
- Dinâmica de urbanização;
- Estimativa de fitomassa;

- Monitoramento da cobertura vegetal.

A antena de recepção do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) localizada em Cuiabá, capta desde os anos 70 imagens de todo território nacional, o que representa um enorme e único acervo de dados sobre nosso país de imagens do LANSAT.

### Satélites de Alta Resolução

Até a disponibilização de imagens de alta resolução obtidas por satélites, no fim da década de 90, o monitoramento de áreas específicas era realizado através da utilização de fotografias aéreas obtidas por levantamentos aerofotogramétricos, realizados à baixa altitude. Entretanto, estes aerolevantamentos não são realizados sistematicamente devido ao seu alto custo operacional e conseqüentemente, não são economicamente acessíveis para a maioria das prefeituras dos municípios brasileiros (Paes, 2003).

As imagens de satélite de alta resolução vem se constituindo como uma ferramenta aplicável e eficaz no estudo de setores intra-urbanos como no desenvolvimento urbano (Herold, 2003), mapeamento urbano (Barr e Barnsley, 2000) e nas características urbanas (Weydahl et al, 2005).

Segundo Kontoes (1999), a utilização de imagens de alta resolução fornece dados úteis sobre a dinâmica do processo urbano e, à medida que novos sensores com melhor resolução espacial forem disponibilizados, será possível o acompanhamento desta dinâmica ao nível de edificações isoladas.

#### a) IKONOS

Um dos satélites que produz imagens de alta resolução é o IKONOS II, que é operado pela Space Imagem, a qual detém os direitos de comercialização das imagens.

As imagens geradas pelo IKONOS II possui 1m, ou seja, ela permite discriminar objetos de 1m<sup>2</sup> de área ou maior. As aplicações do IKONOS dentro de estudos e pesquisas são bem diversificadas, destacando:

- Elaboração de mapas urbanos;
- Mapas de arruamentos e cadastro;
- Cadastro urbano e rural;
- Uso e ocupação do solo (urbano sobretudo);
- Meio ambiente em escalas grandes;
- Arquitetura, urbanismo e paisagismo;
- Regularização de propriedades, demarcação de pequenas glebas;
- Engenharia (simulações mais realistas) em escalas da ordem de 1:5.000 até 1:2.500;
- Agricultura convencional e Agricultura de precisão;
- Florestal (estimativa de potencial econômico, projetos de desenvolvimento sustentável, censo de árvores);
- Turismo (identificação de locais específicos, mapas de localização de atrativos turísticos);
- Trabalhos até então realizados com fotos aéreas;
- Perícias em questões ambientais; etc.

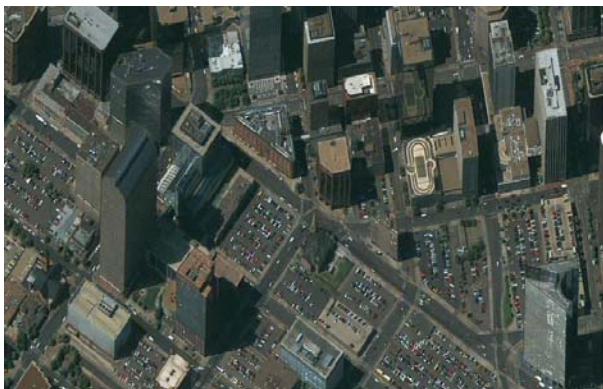
## b) QuickBird

O QuickBird foi desenvolvido pela DigitalGlobe e é um satélite que oferece imagens de alta precisão. O sistema de coleta de dados apresenta rápida seleção de alvo e permite a geração de pares estereoscópicos. Um exemplo das imagens do QuickBird são os disponíveis no Google Earth (<http://earth.google.com/>). As principais aplicações do QuickBird estão em:

- Mapeamentos urbanos e rurais que exijam alta precisão de dados (cadastramento, redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes);
- Mapeamentos básicos e aplicações gerais em Sistemas de Informação Geográfica;
- Uso da terra (com ênfase em áreas urbanas);
- Estudo de áreas verdes urbanas;
- Estimativas de colheitas e demarcação de propriedades rurais;
- Laudos periciais em questões ambientais.

A aquisição de imagens de satélite de alta resolução ainda possui um custo que varia de acordo com a área mínima e coloração. Através de empresas representantes, é possível obter essas imagens de satélite.

A Figura 2 ilustra uma imagem de satélite de alta resolução verificando a qualidade da mesma em relação à fotografias aéreas.



**Fig. 2** Imagem QuickBird da cidade de Denver, Colorado.

Para melhor visualização, a Tabela 1 apresenta uma comparação de dois tipos de satélite de resolução média e alta, identificando a instituição e o país responsável pela imagem, a altitude do satélite em relação à Terra, o período de revisita em um ponto específico, a resolução da imagem e o valor da imagem, em moeda Real (R\$).

	Média Resolução		Alta Resolução	
	CBERS 2	LANDSAT 5	IKONOS II	QUICK BIRD
Instituição	INPE e CAST	NASA	Space Image	Digital Globe
País	Brasil e China	EUA	EUA	EUA
Distância da Terra	778km	705km	680km	450km
Período de revisita	26 dias	16 dias	2,9 dias	3,5 dias
Resolução	20m x 20m	30m x 30m	1m x 1m	2,4m x 2,8m
Valor (R\$) por km <sup>2</sup>	Gratuito INPE	Gratuito INPE	50,00 a 129,00	88,00 a 188,00

**Tab.1** Dados comparativos de satélites de média e alta resolução em órbitas polares.

Cabe ressaltar que, para visualizar imagens de satélite, é necessária a utilização de um software apropriado para o processamento destas imagens, visto que estas são fornecidas em bandas, onde o usuário utiliza bandas específicas para a finalidade de uso da imagem.

A partir desta tecnologia, este artigo apresenta a utilização de imagens do satélite CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e de imagens de satélite LANDSAT para monitoramento do patrimônio arquitetônico e seus entornos do centro histórico de São Luis, Maranhão.

### São Luis, Maranhão

São Luis é um município fundado em 1612 pelos franceses, sendo urbanizada e colonizada pelos portugueses nos séculos XVIII e XIX, que mantém seu casario de arquitetura colonial em seu Centro Histórico junto com edifícios Art Déco do período de 1920 - 1940.

O Centro Histórico de São Luis estende-se por uma área aproximada de 220 hectares. Seu acervo arquitetônico e paisagístico protegido situa-se em duas grandes zonas tombadas pelo Iphan em 1955 e em 1974, abrangendo, praticamente mil imóveis; estando sob a proteção estadual 160 hectares, com aproximadamente 2500 imóveis. Em 1997 o Centro Histórico de São Luis foi inscrito no Comitê do Patrimônio Mundial, concebido pela UNESCO (Patrimônio, 2000).

O Centro Histórico conta atualmente com demolições ocorridas antes e após os tombamentos realizados, diante da falta de fiscalização do patrimônio. Conta também, com construções atuais, sem valor artístico ou arquitetônico para integrar-se ao Centro Histórico, erguidas em lotes onde as construções de valor histórico foram demolidas.

A Figura 3 identifica as áreas tombadas pelo Iphan e pelo Estado na região de São Luis.



- Zona inscrita no Patrimônio Mundial
- Zona Tombada pelo Iphan
- Zona Tombada pelo Estado

**Fig.3** Áreas tombadas que formam o Centro Histórico de São Luis.

Fonte: Patrimônio (2000)

O item a seguir detalha como a imagem de satélite foi utilizada no monitoramento do Centro Histórico de São Luis.

### Materiais e Métodos

A opção deste trabalho por utilizar o Centro Histórico de São Luis como ilustração da proposta, se justifica pela área em que este Centro ocupa (2.200.000m<sup>2</sup>), a qual pode ser visualizada em imagens de satélite de média resolução que são oferecidas gratuitamente pelo INPE.

Para receber a imagem, realizou-se um cadastro no site do INPE ([www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br)), solicitando a área desejada do CBERS. Em menos de 24 horas a imagem foi enviada. Solicitou-se também duas imagens do LANDSAT do município, que fazem parte do acervo do INPE: uma datada de 1984 e outra de 2004.

Utilizando-se o software SPRING, que é um software de geoprocessamento desenvolvido pelo INPE, escolheu-se 3 bandas das 5 remetidas para melhor visualizar a área urbana de São Luis.

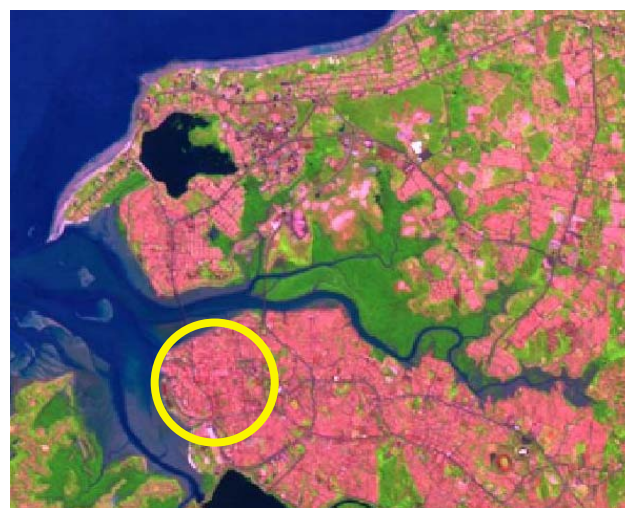
Nas imagens de 1984, 2004 e 2006, foi demarcada e região do Centro Histórico de São Luis, podendo analisar o desenvolvimento urbano através da imagem.

A partir das imagens de satélites processadas e de uma planta delimitando as áreas que formam o Centro Histórico, delineou-se a área protegida, demarcando-a na imagem de satélite.

A partir das imagens comparativas, pode-se analisar o desenvolvimento da cidade a partir do Centro Histórico. Esta análise comparou duas imagens com diferença de 20 anos.



**Fig. 4** Imagem de satélite Landsat de São Luis em 1984.



**Fig. 5** Imagem de satélite LANDSAT de São Luis em 2004.



**Fig. 6** Imagem de satélite CBERS de São Luis em 2006.

## Resultados

A imagem do LANDSAT de 1984, apesar das nuvens que impossibilitam uma visualização clara da área, quando comparada às imagens do LANDSAT de 2004 e do CBERS de 2006, nota-se uma expansão no crescimento urbano da cidade, sendo que, aparentemente, não houve modificações de alteração em grande escala as quais possam ser visualizadas pelas imagens de satélite.

Definidas as necessidades de cada município, definem-se as datas de coleta de imagens, considerando-se o período de dias que o satélite necessita para estar sobre o município novamente, além das condições climáticas e temporais.

Para o monitoramento do Centro Histórico de São Luis, um período adequado para captação de imagens é de 6 meses. Contudo, esse prazo pode ser antecipado caso hajam informações relevantes que possam contribuir para a preservação dos centros históricos.

Para o monitoramento do Centro Histórico, é necessária a obtenção de imagens de cada determinado período que é definido conforme a necessidade de cada município, considerando-se os seguintes aspectos:

- Crescimento demográfico: dados obtidos pelo IBGE mostram a taxa de crescimento do município, o que auxilia no planejamento do mesmo, visando áreas destinadas à novos loteamentos sem interferência no Centro Histórico;
- Questões sociais: o Centro Histórico não deve ficar restrito à comércios e serviços. Deve ser área de uso misto para que sua ocupação seja constante, evitando-se assim, a segregação da população local diante de sua história e cultura; além de evitar a criação de vazios urbanos em determinado período do dia, fato este que ocorre em algumas capitais brasileiras de interesse histórico e arquitetônico que, principalmente no período noturno, têm nessas áreas, concentrações para mendicância e criminalidade.
- Expansão territorial: o crescimento sem planejamento do município leva a situações urbanas ineficazes gerando problemas; nesse sentido, as imagens de satélite auxiliam no planejamento de novas áreas para loteamentos, sem que prejudiquem a circulação e a ocupação do Centro Histórico, gerando estudos para os vetores de crescimento urbano;
- Investimentos no município geral; e em áreas desses, tais como: zonas industriais, zonas residenciais (loteamentos), zonas comerciais e, principalmente, investimentos no setor turístico dos municípios de interesse histórico, o que pode levar às mudanças nos traçados de seus centros, levando à descaracterização dos mesmos.

## Conclusões

Imagens de satélite auxiliam a preservação de patrimônios culturais visto que contribuem para o controle do desenvolvimento dos municípios que possuem centros históricos de interesse cultural e arquitetônico.

Essas imagens podem retratar a utilização do solo nos centros urbanos que possuem áreas de interesse

histórico e arquitetônico com objetivo de monitoramento, demonstrando possíveis interferências de “grande nível” como demolições (para futuros loteamentos) ou alargamento de vias públicas, no caso de imagens de satélite de média resolução.

Além disso, as imagens de satélite podem contribuir no processo de planejamento e de crescimento do município, facilitando a interligação do centro histórico, com áreas mais novas, de forma a criar eixos de locomoção práticos e eficientes para a população local e externa, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável como um todo, através de crescimento planejado e de preservação dos edifícios de interesse histórico.

Nesse sentido, pode-se concluir que a utilização de imagens de satélite pode ser considerada um recurso para monitoramento de áreas onde se localizam centros históricos, visto que essas imagens são distribuídas pelo INPE. A formação de convênios entre instituições destinadas à preservação de centros históricos e o INPE pode ser considerado o primeiro passo para o desenvolvimento desta metodologia em todo território nacional.

Com o desenvolvimento tecnológico e científico hoje produzido pelo INPE com recursos e capacidades altamente qualificadas poder-se-á, futuramente, de acordo com os objetivos da Instituição e do País, desenvolver satélites de alta resolução que forneçam dados e informações que possibilitem o monitoramento de prédios localizados nos grandes centros urbanos. Assim, os órgãos responsáveis pelo patrimônio no Brasil poderão contar com imagens de alta resolução, sem custo para aquisição, através da formação de convênios, realizando, assim, inventários e monitoramentos de edifícios e não somente de grandes áreas preservadas.

## Agradecimentos:

Agradecemos a colaboração do pesquisador Raul Patrício Silva Gómez e da pesquisadora Rita Márcia da Silva Pinto Vieira.

## Referências

Barr, S.; Barnsley, M. Reducing structural clutter in land cover classifications of high spatial resolution remotely-sensed images for urban land use mapping. **Computers and Geosciences**, v.26, p.433-449, 2000.

Barreira, I.A.F. A cidade e o fluxo do tempo: invenção do passado e patrimônio. **Sociologias**, Porto Alegre, v.5, n.9, p.314-339, jan./jun. 2003.

Epiphany, J.C.N. CBERS: Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. 2005.

Herold, M.; Goldstein, N.C.; Clarke, K.C. The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. **Remote Sensing of Environment**, v.86, p.286-302, 2003.

Kontoes, C.C. High resolution satellite imagery for urban mapping: mapping Athens from space. **GIM International**, v.9, p.92-95, 1999.

Paes, F.M; et al. Um estudo exploratório para obtenção de índices de qualidade de vida urbana (IQV) utilizando imagens de alta resolução do satélite IKONOS II. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., Belo Horizonte, 05-10 abr. 2003. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005.  
Patrimônio mundial no Brasil. Brasília: Unesco, 2000.

Sabins, F.F **Remote sensing: principles and interpretation**. San Francisco: W. H. Freeman. 1978. 426 p.

Santos, C.R. Novas fronteiras e novos pactos para o patrimônio cultural. **São Paulo em Perspectiva**, v.15, n.2, p.43-48, 2001.

Weydahl, D.J.; Bretar F.; Bjerke, P. Comparison of RADARSAT-1 and IKONOS satellite images for urban features detection. **Information Fusion**, v.6, p.243-249, 2005.

**Autores:**

**Erich de Araujo Furlan**

Arquiteto, Urbanista e Restaurador  
Arquitetônico

**Simone Angélica Del-Ducca Barbedo**

Bibliotecária da Memória Técnico Científica e  
Documental do INPE, Mestre em Engenharia  
da Produção

**E-Mails dos Autores**

**erich@sid.inpe.br**

**simone@sid.inpe.br**