

Apostila do Aluno

M10U02 - Obtenção de Imagens de Sensoriamento Remoto¹

Desenvolvido por: Universidade de Twente, Faculdade de Ciência da
Geoinformação e Observação da Terra (ITC)



Índice

1	INTRODUÇÃO	1
2	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE DADOS	1
3	DISPONIBILIDADE E CUSTO	5
3.1	Imagens pré-processadas	5
3.2	Referenciamento de Imagens para o Sistema de Coordenadas	7
4	FONTES DE IMAGENS	7

1 INTRODUÇÃO

A fim de selecionar os dados geográficos adequados, é necessário considerar as exigências de informação de aplicações específicas e o propósito do mapeamento. Uma vez que as exigências de dados tenham sido determinadas, a disponibilidade, acessibilidade e custos dos dados devem ser pesquisados.

Esta Unidade proporciona aos alunos conhecimentos básicos sobre como obter dados de observação da Terra. Começa com uma descrição dos critérios de seleção de dados e, em seguida, discute a disponibilidade e o custo das imagens. A lista das fontes on-line recomendadas de imagens é fornecida como um recurso adicional nesta Unidade.

2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE DADOS

A fim de selecionar os dados adequados, é necessário considerar as exigências de informação de aplicações específicas e o propósito do mapeamento. Para este objetivo, é necessário primeiro analisar as mudanças na área de interesse ao longo do tempo.

Combinações de detalhamento territorial e distinção temporal são critérios importantes para a seleção de dados. Estes lidam com resolução de imagem, e se uma imagem de um determinado lugar e data é usada (tempo específico) ou se imagens do mesmo local, tiradas em momentos diferentes, são utilizadas. A resolução de imagem é muitas vezes referida como um “tamanho de pixel” da imagem, e é uma medida do total de detalhes que podem ser distinguidos a partir de uma imagem (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

¹ O texto desta apostila foi adaptado de: Tempfli, K., Kerle, N., Janssen, LF, e Huurneman, G. (eds.), 2008, “Principles of Remote Sensing”, 4^a ed. ISBN 90–6164–227–2, ITC, Enschede, Países Baixos

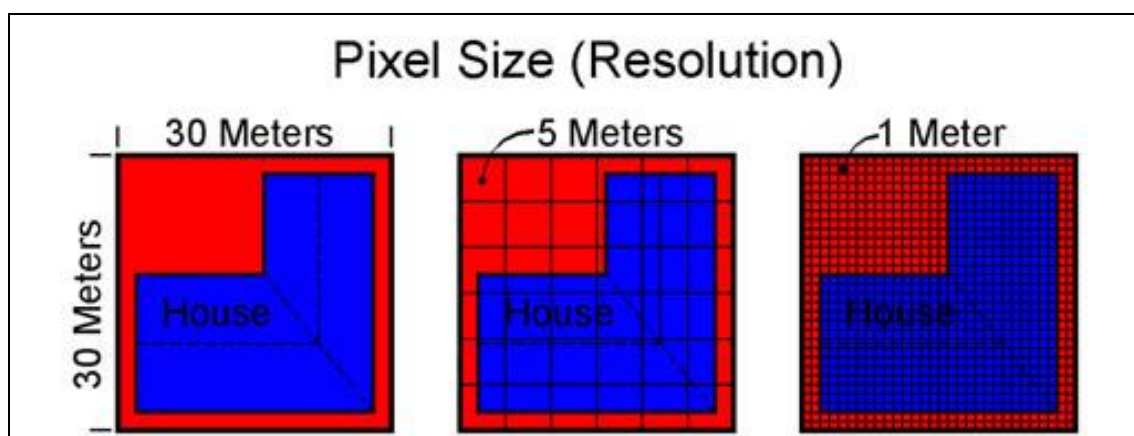


Figura 1. Tamanho do pixel (Fonte: Satellite Imaging Corporation).

Por exemplo, o estudo de mudanças nos padrões climáticos globais não exigem informações espacialmente detalhadas sobre características do terreno, apenas dados *multitemporais* são necessários (Erro! Fonte de referência não encontrada.).

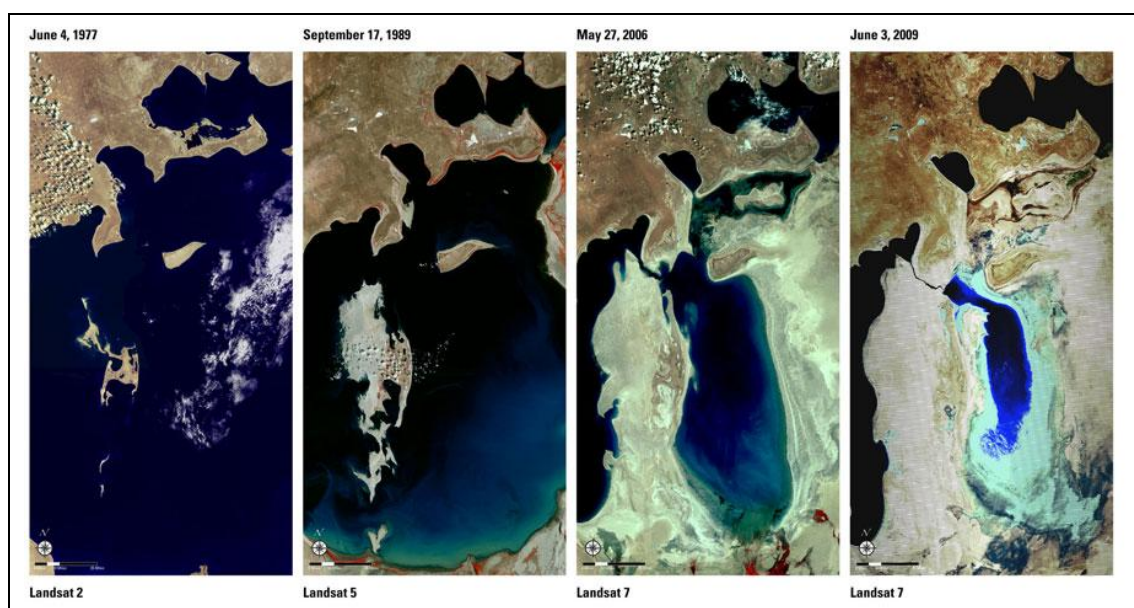


Figura 2. Mar de Aral 1977 – 2009 (Fonte: <http://landsat.usgs.gov/gallery.php>)

Para a identificação de assentamentos informais, os detalhes de construção têm de ser reconhecidos e, portanto, de dados de alta resolução espacial são necessários, mas não a diferenciação temporal (Erro! Fonte de referência não encontrada.). Tantos os dados multitemporais quanto os de alta resolução são necessários quando, por exemplo, informações de mapeamento precisam ser relacionadas aos calendários das colheitas em nível de vilarejo (Erro! Fonte de referência não encontrada.).

O local selecionado para análise territorial pode influenciar a disponibilidade de dados, a sua extensão e os prazos. Será impossível obter a permissão de voo para o levantamento de um aeroporto movimentado durante o dia. Fotografias aéreas devem ser tomadas em um momento que permita a máxima capacidade de

interpretação. A baixa elevação do sol provoca longas sombras de edifícios e árvores altos, que podem obscurecer características de interesse (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Portanto, é preferível voar por volta do meio-dia quando durante a tomada de fotografias aéreas.



Figura 3. Lotes de casas em um assentamento informal (Fonte: ITC)



Figura 4. Detalhe territorial e diferenciação temporal (2002, 2003, 2006, 2008; do canto superior esquerdo para o inferior direito)



Figura 5. Sombras dos edifícios obscurecendo partes da área urbana

Em países com um clima temperado, árvores de folha caduca não carregam folhas no inverno e início da primavera e, portanto, é preferível executar voos para tomada de fotos durante essas épocas para melhor observar o chão. Mais ao norte, no entanto, a elevação do sol pode ser muito baixa durante esse período. Além disso, as zonas de clima temperado têm cobertura frequente de nuvens e ocasionalmente sofrem de turbulências ou ventos que são fortes demais para permitir bons voos para fotos. A consequência é que estas "janelas de fotos aéreas" praticamente só ocorrem em um poucos dias por ano em países a uma latitude acima de 50°. A cobertura de nuvens também é um problema para equipamentos espaciais de sensoriamento óptico – e ainda mais se a cobertura de nuvens é persistente, como em áreas do cinturão tropical.

Os requisitos de informação precisam ser traduzidos em resolução de dados e requisitos de cobertura, tendo em conta as limitações de aquisição de dados. "Cobertura territorial" significa o tamanho da área que pode ser visualizada pelo sensor em um dado momento (por exemplo, a área abrangida por uma fotografia), ou a área abrangida por um tamanho padrão de imagem de um fornecedor. Uma dimensão disto é determinada pela largura de faixa; uma imagem padrão do SPOT abrange 60 km por 60 km. A cobertura temporal é o período de tempo durante o qual as imagens são registradas e armazenadas em arquivos. Pode haver também uma dimensão de cobertura em termos de quanto tempo ocorre entre revisitas (vistas) de um satélite à mesma área da Terra.

O tamanho da imagem está relacionado com a cobertura territorial e a resolução espacial. Ele é expresso como o número de fileiras (ou linhas) e número de colunas (ou amostras) em uma imagem. As imagens de sensoriamento remoto contêm milhares de linhas e colunas. O tamanho do arquivo de imagem em bytes pode ser

calculado a partir do número de linhas e colunas, o número de faixas e o número de bits por pixel (1 byte = 8 bits). Por exemplo, uma imagem de quatro bandas pode exigir tanto quanto: 3000 linhas x 3000 colunas x 4 bandas x 1 byte = 36 Mb de armazenamento. A quantidade e o tipo de dados selecionados colocam algumas exigências sobre a capacidade de armazenamento e processamento necessários para trabalhar com essas imagens.

Baixar e armazenar tais imagens exige capacidade significativa de equipamento. A maioria das imagens, quando solicitada, pode ser fornecida por correio em DVD, se conectividade com a Internet for pobre ou não confiável. Ainda assim, uma capacidade de armazenamento e processamento considerável é necessária para utilizar as imagens em um computador.

3 DISPONIBILIDADE E CUSTO

Uma vez que as exigências de dados tenham sido determinadas, a disponibilidade, acessibilidade e custos dos dados devem ser pesquisados. A disponibilidade depende se os dados já foram adquiridos e armazenados em arquivos, ou se os dados ainda precisam ser adquiridos, mediante solicitação. O tamanho e a acessibilidade dos arquivos de imagem estão crescendo em um ritmo cada vez mais acelerado. Se forem necessários dados atualizados, estes devem ser solicitados por meio de uma empresa de levantamento aéreo ou de um provedor de dados de sensoriamento remoto (SR).

Visto que o fornecimento de dados de SR é um negócio, obter os dados de graça constitui a exceção. Os preços para dados de satélite SR tornaram-se negociáveis. Em geral, os dados de baixa resolução são mais baratos por km quadrado do que dados de alta resolução espacial. Dados de arquivos (imagens mais velhas, principalmente) são mais baratos do que os dados especialmente encomendados. Imagens SR de alta resolução de satélite são oferecidas principalmente em diversos níveis de processamento (por exemplo, IKONOS, QuickBird); correção geométrica mais refinada implica preços mais altos. Imagens SR de baixa resolução são fornecidas, na sua maioria, em um tamanho fixo; para outras, aplica-se um pedido mínimo, mas uma área poligonal de interesse pode ser especificada. Especialmente para dados de alta resolução, pode haver diferenças de preços entre as diferentes partes do mundo.

Alguns fornecedores de dados têm taxas de desconto para instituições de ensino, organizações governamentais ou outros grupos-alvo. A Internet é o lugar para descobrir quem atualmente fornece que tipo de dados SR de satélite, e sob quais condições, para uma determinada região. Os custos de levantamentos aéreos dependem de muitos fatores (por exemplo, localização, infraestrutura, equipamentos) e os preços são geralmente estabelecidos em um processo de licitação. Existem algumas empresas de levantamento aéreo que atuam internacionalmente; certamente para eles o principal fator de custo é o custo de instalação. Na Europa, os custos de fotografias aéreas são significativamente inferiores aos custos de imagens de sensores de alta resolução de satélite. Uma fonte melhor de fotografias aéreas existentes é, na maioria dos casos, a organização nacional de topografia e mapeamento.

3.1 Imagens pré-processadas

Grande parte dos dados de imagem disponíveis pode ser obtida totalmente pré-processada e pronta para uso. Uma vez que a matéria-prima de dados digitais de sensoriamento remoto tenha sido adquirida, esta é então transformada em informações utilizáveis. Fotografias de filmes analógicos são reveladas

quimicamente em uma câmara escura, enquanto que as imagens digitais são processadas em um computador. O processamento digital de dados envolve alterar os dados para corrigir certos tipos de distorções. Sempre que os dados são alterados para corrigir um tipo de distorção, existe a possibilidade de criar outro tipo de distorção.

É essencial pré-processar as imagens de satélite antes da classificação de imagem e detecção de alterações. O pré-processamento comumente inclui uma série de operações em sequência, incluindo correção atmosférica ou “normalização”, registro de imagem, correção geométrica e mascaramento (por exemplo, de nuvens, água ou características irrelevantes). Imagens não processadas são possivelmente mais baratas de se obter, no entanto, exigem experiência profissional para prepará-las para o mapeamento.

A normalização das imagens de satélite leva em conta a combinação das refletâncias mensuráveis da atmosfera, a dispersão de absorção de aerossóis e a superfície da Terra. A instabilidade da atmosfera pode introduzir variação entre os valores de refletância ou números digitais (DN) de imagens de satélite obtidas em momentos diferentes. Embora os efeitos da atmosfera em dados de sensoriamento remoto não sejam considerados erros, é importante considerar esses efeitos, uma vez que fazem parte do sinal recebido pelo dispositivo sensor. A fim de recuperar, manipular e processar imagens de satélite-primas em estado bruto, programas comerciais de computador são necessários para a visualização e análise de dados.

As correções radiométricas são feitas para os dados brutos de imagem digital para corrigir valores de brilho do objeto no chão que foram distorcidas por causa da calibração do sensor ou problemas de mau funcionamento do sensor. A distorção das imagens é causada pela dispersão da energia eletromagnética luminosa refletida devido a um ambiente em constante mudança (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).



Figura 6. Exemplo de correção atmosférica (Fonte: Value Mine Limited - value-mine.com)

Em alguns casos, imagens de satélite são muito maiores do que uma área de estudo. Nesses casos, é proveitoso reduzir o tamanho do arquivo de imagem para incluir apenas a área de interesse. Isso não só elimina os dados supérfluos no arquivo, mas acelera o processamento por causa da menor quantidade de dados para processar. Isto é importante quando se utilizam dados multibanda, como as imagens do Landsat TM. Esta redução de dados é conhecida como “subconjunto”.

Este processo corta a área de estudo preferencial da cena de imagem para um arquivo menor, mais manuseável.²

3.2 Referenciamento de Imagens para o Sistema de Coordenadas

As correções geométricas são feitas para corrigir a imprecisão entre as coordenadas de localização dos elementos de imagem nos dados de imagem e coordenadas da localização real no terreno. O procedimento para o georreferenciamento é estudado em M8U04. Em muitos casos, é possível obter imagens de satélite processadas com um georreferenciamento adequado. No entanto, isso não é possível para fotografias aéreas ou imagens obtidas a partir de globos virtuais como o Google Earth. As fotos aéreas sempre precisam ser corrigidas geometricamente para que possam ser usadas para fazer mapas geometricamente corretos.

Um ortoimagem (ou ortofoto) é uma imagem aérea específica em que as distorções causadas pelo deslocamento de relevo foram removidas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Para fazer boas ortofotos é um trabalho caro e profissional. Imagens vindas de globos virtuais podem ser geometricamente corretas, mas são baixadas como imagens de tela sem georreferências.

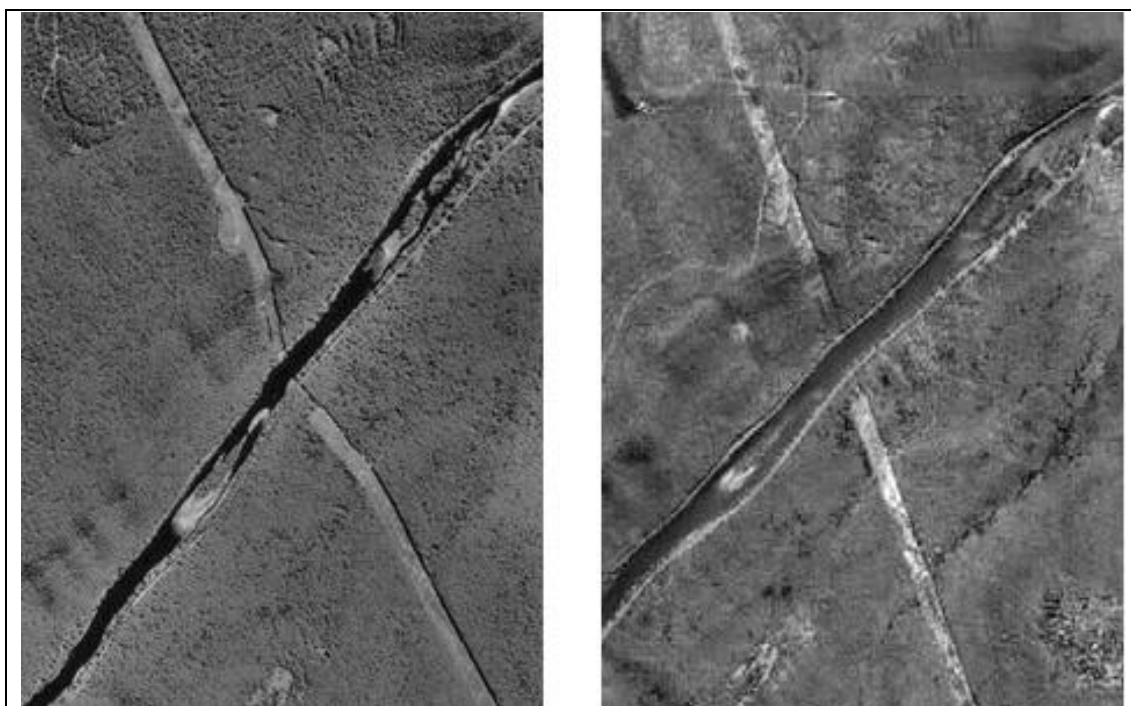


Figura 7. Ortoretificação de imagens (Fonte: Penn State Online Geospatial Education)

Na Figura 7, a imagem da esquerda é a original e a imagem da direita foi corrigida de todas as distorções na trajetória de voo da câmera aérea e do terreno. Observe como a clareira da linha de energia foi alinhada na ortofoto da direita.

4 FONTES DE IMAGENS

Uma fonte melhor de fotografias aéreas existentes é, na maioria dos casos, a organização nacional de topografia e mapeamento. Se este tipo de informação é

² Adaptado a partir da fonte: Centre for Advanced Spatial Technologies-CAST, Universidade de Arkansas

acessível para civis (em muitos países este tipo de dados é sigiloso, conforme descrito no módulo M03 sobre ambientes não propícios), a organização de topografia e mapeamento terá o melhor arquivo de fotos e, em muitos casos, podem fornecê-las ao custo de reprodução (papel e produtos químicos). Em termos nacionais, sempre existem muitas empresas comerciais que fazem fotos aéreas. Encomendar uma nova “rodada” de fotos a organizações comerciais não tem de ser demasiado caro. Usando o formato pequeno de fotografia, os preços podem ser tão baixos quanto US\$ 2 por km², dependendo do tamanho da área a ser abrangida. A lista de recursos adicionais neste Módulo inclui uma lista de “repositórios” de imagem de onde dados de imagem podem ser obtidos. Para imagens de satélite, é aconselhável procurar fontes on-line em domínio público.

Em muitos casos, as imagens mais baratas podem ser obtidas de globos virtuais como o Google Earth ou o Worldwind da NASA. Estes repositórios são os primeiros lugares a verificar, dependendo da finalidade do mapeamento. Se nenhum processamento adicional ou georreferenciamento é necessário, o Google oferece o maior arquivo de imagens. Muitas das melhores imagens de alta resolução encontradas no Google Earth realmente são fotografias aéreas. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostram a qualidade de uma fotografia aérea de uma cidade nos Países Baixos e uma visão próxima de camelos e seus cuidadores fazendo uma pausa para beber água na Nigéria. A resolução espacial dessas imagens é maior do que a oferecida por imagens de satélite atualmente (veja a pessoa andando na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). É preciso estar ciente dos termos de uso das imagens do Google. O fato de serem gratuitas não significa que podem ser reutilizadas para todos os fins.



Figura 8. Um fragmento de imagem do Google Earth mostrando a resolução da imagem da fotografia aérea



Figura 9. (15.298693,19.429661). National Geographic em parceria com o Google Earth em um projeto chamado Grande Sobrevoô da África. A revista fez mais de 500 imagens de alta resolução acessíveis pelo Google Earth.

Referências Bibliográficas

Referências bibliográficas, outros materiais de leitura recomendada e uma lista anotada de fontes on-line para imagens de sensoriamento remoto são encontrados na apostila: M10U02 – Lista de Recursos Adicionais.