

Avaliação dos principais catálogos de imagens de Sensoriamento Remoto

Vanessa Cristina Oliveira de Souza^{1,2}
Gilberto Câmara¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{vanessa, gilberto}@dpi.inpe.br

² Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG
Caixa Postal 176 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
vanessa@epamig.ufla.br

Abstract. At the end of the 1990's decade, remote sensing images centers around the world began to allow online access to their data on Internet sites called images catalogues. Currently, each center created exclusive images catalogue using their own interfaces, software and hardware platforms. An image catalogue has two distinct interfaces: search and metadata presentation interfaces. Despite not being part of the catalogue concept, interfaces to access the data can be docked for catalogues and are present in many of them. The objective of this work was to evaluate these interfaces above, in world major remote sensing images catalogues. It was found that Earth Explorer, eoPortal and SIRIUS have the best interfaces. The CONAI stayed in last place in the evaluation. The CBERS' catalogue got an intermediary position. For this last catalogue, was suggested some simple changes, which could improve its interface satisfactorily.

Palavras-chave: image catalogue, search interfaces, remote sensing, catálogos de imagem, interfaces de busca, sensoriamento remoto.

1. Introdução

Em geral, durante as últimas décadas do século 20, os repositórios de imagens de sensoriamento remoto organizavam seus dados sob forma de arquivos de fitas *offline*, e cada imagem era gerada para o usuário de forma individual. A partir do final dos anos 90, com o uso cada vez maior da Internet como meio de disseminação de todo tipo de dado, estes repositórios passaram a converter seus dados para acesso *online*, tornando-os disponíveis em páginas na Internet chamadas catálogos de imagens. Dessa forma, uma imagem não é mais gerada individualmente, e está disponível para qualquer usuário que queira consultá-la na rede.

Catálogos são aplicações *web* que publicam metadados e provêem mecanismos para consulta e recuperação de informações de repositórios distribuídos (Bernard *et al.*, 2005). é uma interface *web*, que apresenta ao usuário as informações dos repositórios, via interface gráfica. Nesse trabalho, o conceito de catálogo é expandido para o mundo geográfico, utilizando metadados espaciais. Entende-se metadados espaciais como "dados que descrevem o conteúdo, a definição, a estrutura, extensão (temporal e geográfica), as referências espaciais, a qualidade, a disponibilidade, o status e a administração do conjunto de dados geográficos" (Guptill e Morrisson, 1997, citados por (Costa, 2005)).

Por seu conceito básico, seria possível apenas consultar as imagens de sensoriamento remoto nos catálogos, no entanto, é possível associar ao catálogo, uma interface de acesso ao dado, de onde o usuário poderia obter a cena propriamente dita.

Como todo início de tecnologia, os catálogos foram sendo criados por suas instituições individualmente, sem nenhum padrão de interface, *software* ou *hardware*. Ambientes tão diferentes entre si e não conectados fazem com que o usuário perca tempo aprendendo a lidar com as interfaces e, posteriormente, integrando os dados de catálogos diferentes (Souza, 2008).

O objetivo desse trabalho foi estudar os principais catálogos de imagens de sensoriamento remoto, em relação a suas interfaces de busca, apresentação dos metadados e de acesso aos dados.

2. Metodologia

2.1. Catálogos estudados

O INPE disponibiliza no catálogo CBERS¹, além de cenas do CBERS, cenas de toda família Landsat. A CONAE² é a agência espacial argentina e possui um catálogo que disponibiliza imagens de satélites como Landsat, MODIS, Radarsat, entre outros. A ESDI³ (*Earth Science Data Interface*) é a interface *web* desenvolvida pela Universidade de Maryland para consultar, navegar e baixar dados de imagens dos satélites Landsat, Aster, Modis, AVHRR e produtos como mosaicos Landsat e SRTM. O SIRIUS⁴ (*SPOT Image's online catalogue*) é o catálogo oficial das imagens SPOT. O Earth Explorer⁵ pertence ao USGS (*U.S. Geological Survey*), que atua como uma agência do governo norte americano e coleta, monitora, analisa, e fornece informação científica sobre recursos naturais. Seus produtos incluem tanto dados originais, como imagens de satélite, quanto derivados, tais como ortofotos e modelos de elevação do terreno. A ESA disponibiliza um catálogo *on-line*, chamado eoPortal⁶, por meio do qual, é possível buscar por imagens de alguns centros de imagens.

Abordaremos nesse trabalho três interfaces: interface de busca, interface de publicação dos metadados e a interface de acesso ao dado. Os detalhes de implementação dessas interfaces não serão discutidos aqui, mas somente qual tipo de informação cada uma deve possuir e seus papéis no catálogo.

2.2. Normalizações de Metadados

Segundo Breitman *et al.* (2007), metadados facilitam a interoperabilidade, por descrever detalhadamente os dados e permitirem que aplicações encontrem e acessem tais dados, com maior precisão e rapidez. A utilização de um modelo de referência de metadados para os dados geográficos possibilita a descrição de suas propriedades segundo diversas abordagens descritivas. Dos vários padrões de metadados espaciais, os mais usados são o *U.S. Federal Geospatial Data Committee* (FGDC) e a *International Organization of Standards* (ISO) (Costa, 2005; Breitman, Casanova *et al.*, 2007).

O FGDC elaborou, em 1994, o *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* (CSDGM), cuja finalidade é fornecer um conjunto de terminologias e definições comuns para a documentação de dados espaciais, de modo a apresentar em linhas gerais, os nomes e definições dos elementos de dados e dos elementos compostos, informações sobre os domínios para os elementos de dados e o grau de obrigatoriedade da informação (Costa, 2005).

A ISO elaborou três especificações para metadados espaciais (Breitman, Casanova *et al.*, 2007):

- ISO 19115 : descreve os dados geográficos.
- ISO 19119 : descreve os serviços de informações geo-espaciais.
- ISO 19139 : define a codificação e estrutura formais para troca de informações.

Para as instituições que provêm os catálogos, metadados auxiliam no armazenamento, organização, atualização e distribuição dos dados. Para os usuários, metadados auxiliam na descoberta desses dados.

Os metadados para imagens de satélite já foram alvo de estudos. Manso *et al.* (2004) chamam a atenção para a ISO 19115-2 (Iso, 2003), que tenta reunir metadados necessários para

¹ <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

² <http://ggt.conae.gov.ar/catalogo/index.htm>

³ <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

⁴ <http://www.spot.com/web/SICORP/1249-sicorp-sirius-spot-image-online-catalogue.php>

⁵ <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>

⁶ <http://services.eoportal.org/portal/service/ListService.do?serviceCategoryId=34801780>

descrever dados como imagens de sensoriamento remoto. Esses autores resumizam os metadados necessários para cada formato de arquivo de imagem.

2.3. Métodos

A avaliação dos catálogos deu-se da seguinte maneira. Baseado nos modelos de referência de metadados espaciais, foram criadas tabelas com os metadados obrigatórios, opcionais e adicionais para cada interface a ser estudada, ou seja, a interface de busca, de disponibilização dos metadados e de acesso ao dados. Os metadados obrigatórios são aqueles que os catálogos precisam ter. Os campos opcionais e adicionais são voltados para usuários mais experientes e podem ser adicionados a fim de filtrar os dados e compor uma busca eficiente, que permita o usuário encontrar com maior rapidez o que procura.

A partir dessas tabelas, foram feitas comparações com as interfaces dos catálogos, verificando se os metadados presentes nas tabelas também estavam presentes nas interfaces.

3. Resultados e Discussões

3.1 Interface de Busca

As funções de busca são construídas sob um conjunto de ferramentas e executadas em etapas sequenciais que permitem consultas utilizando critérios geográficos e atributos não geográficos (Tait, 2005). Efetivamente, a busca dá-se através de metadados. Como imagens de SR estão sempre associadas à uma localização geográfica, esse metadado deverá obrigatoriamente estar presente na interface de busca.

A Tabela 1 traz os campos considerados nesse trabalho como obrigatórios, opcionais e adicionais. Quanto mais métodos de localização da região de interesse tiver, mais o geoportal torna-se eficiente. Alguns desses métodos são (Tait, 2005):

- digitar as coordenadas geográficas;
- *gazetter*;
- geo-codificação;
- editar a área utilizando mapas de visualização, que disponibilizam funções como desenhar polígonos, *zoom* e navegação (Tait, 2005) (Tait, 2005).
- carregar um arquivo *shapefile* ou *gml*.

Tabela 1. Campos obrigatórios, opcionais e adicionais da interface de busca de um geoportal para centros de imagens de SR.

Campos Obrigatórios	Campos Opcionais	Campos Adicionais
Localização Geográfica	Sensores	Ângulos Azimute e de iluminação
	Datas inicial e final	Qualidade da imagem
	Cobertura de Nuvens	Fonte do dado
	Disponibilidade <i>online</i> do produto	Path/row
		SceneId

As interfaces de busca dos catálogos foram avaliadas quanto aos campos apresentados na Tabela 1 e os métodos de localização da área de interesse. Os resultados são apresentados na Tabela 2. Os campos marcados com **X** em cor diferenciada significam que a interface possui o item avaliado, porém com alguma ressalva.

O SIRIUS e o eoPortal são os melhores no quesito métodos de localização da região de interesse. Ambos apresentam um mapa, onde o usuário pode ver a área de interesse desenhada por ele próprio, ou desenhada pelo sistema, quando opta por qualquer uma das demais alternativas de busca. O eoPortal permite o carregamento de arquivos *shapefile* e *gml*. O

SIRIUS apenas arquivos *shape*. Ambos permitem busca pela digitação de coordenadas ou edição de áreas retangulares, irregulares (polígonos) e circulares sobre o mapa de visualização.

Tabela 2. Métodos de localização da região de interesse nos catálogos avaliados.

	Coordenadas	Gazetter	Geo-codificação	Mapa	Upload SHP
CBERS	X	X			
CONAE	X				
ESDI	X	X		X	
SIRIUS	X	X		X	X
Earth Explorer	X	X	X	X	
eoPortal	X	X		X	X

O Earth Explorer ocupa a terceira posição entre as interfaces avaliadas. Ele usa ferramentas do Google Maps, como o mapa de visualização e geo-codificação. Um *gazetter* propriamente dito está disponível apenas para os Estados Unidos. Apesar de permitir que o usuário desenhe sua área de interesse sobre o mapa, ele permite apenas a criação de polígonos retangulares.

O ESDI vem a seguir com uma interface onde é possível digitar apenas coordenadas retangulares do local. Possui um *gazetter* e um mapa onde é possível desenhar a área de interesse. A desvantagem desse mapa é que a cada ponto digitado, o mapa é recarregado no *browser*, o que dificulta o processo de edição. Ele também não possui ferramentas para criar áreas retangulares e circulares.

O CBERS permite digitar coordenadas retangulares e localizar por uma lista de lugares (*gazetter*) da América do Sul. Seu mapa não permite edições.

A CONAE apresenta a pior interface de busca dos catálogos avaliados. Com apenas uma maneira de definir a área de interesse. Apesar de possuir um mapa para ajudar na localização, tal mapa não é eficiente, já que não permite a criação de polígonos, mas apenas pontos.

Com relação aos parâmetros opcionais (Tabela 3), a CONAE revelou-se mais uma vez como a pior interface, já que o item cobertura de nuvens é parâmetro da interface, porém, o usuário pode escolher entre todas as cenas, ou cenas com poucas nuvens, não permitindo ao usuário digitar a percentagem de nuvem aceita por ele.

Tabela 3. Presença dos atributos opcionais nos catálogos avaliados.

	Sensores	Data	Cobertura de Nuvens	Disponibilidade
CBERS	X	X	X	
CONAE		X	X	
ESDI	X	X		
SIRIUS	X	X	X	
Earth Explorer	X	X	X	
eoPortal	X	X	X	

O CBERS permite filtrar a busca por cobertura de nuvens por quadrante da cena, uma característica bem interessante, visto que o usuário pode estar interessado em apenas um dos quadrantes, não importando a ele se a mesma possui nuvens nos demais. A desvantagem do catálogo CBERS é que ele permite a busca por um único sensor, ou com todos. Ou seja, não é possível, por exemplo, escolher dois sensores diferentes.

No Earth Explorer a filtragem por cobertura de nuvens dá-se por sistema sensor. No eoPortal, cada instituição é responsável por sua interface de busca. Dessa forma, o parâmetro cobertura de nuvens pode existir, caso o provedor dos dados assim deseje. Nos catálogos existentes esse item está presente.

O parâmetro disponibilidade *online* é relevante quando algumas coleções de dados estão disponíveis apenas para consulta. Dessa forma, o usuário poderia requisitar somente cenas que ele pudesse fazer *download*. Nenhum dos catálogos avaliados permite buscar dados utilizando tal parâmetro.

Percebe-se então, que de maneira geral, nenhum dos catálogos atende a todos os requisitos sem ressalvas. Mas podemos considerar o SIRIUS como o melhor, apesar dele ser um catálogo especialista em dados SPOT. Por isso, os diversos sensores, na realidade são diferentes produtos SPOT. Nos campos adicionais (Tabela 4

Tabela 4), o SIRIUS oferece o ângulo de iluminação como parâmetro. O Earth Explorer permite aos usuários determinar parâmetros específicos de cada sistema sensor, como *path/row*, *sceneId* e fonte provedora do dado. O parâmetro qualidade da imagem não está presente em nenhum dos catálogos avaliados.

Tabela 4 . Presença dos atributos adicionais nos catálogos avaliados.

	Path/Row	sceneId	Ângulos	Qualidade	Fonte
CBERS	X				
CONAE	X				
ESDI	X				
SIRIUS			X		
Earth Explorer	X	X			X
eoPortal					

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam o protótipo de uma interface de busca sugerida, conforme os parâmetros apresentados na Tabela 1. Por meio da interface da Figura 1, o usuário faria uma busca utilizando apenas a localização geográfica. A localização pode ser informada pelo usuário por meio de *gazetter*, por edição no mapa, por digitação de coordenadas ou por *upload* do arquivo. Essa busca retornaria, para aquela localização, todas as cenas de todos os sensores de todas as datas. Com a interface da Figura 2, o usuário poderia filtrar a busca por sensores, por data e por cobertura de nuvens. A interface da Figura 3 apresenta os metadados adicionais da Tabela 1. Por essa interface, o usuário filtraria ainda mais sua busca, escolhendo os ângulos mais desejados, a fonte do dado e por dados disponíveis para *download*.



Figura 1. Interface de busca sugerida.

3.2 Interface de publicação dos resultados

A interface que apresentará os resultados da busca deverá apresentar informações suficientes para que o usuário possa se decidir pela cena. Para tanto, seguirá o modelo de referência de metadados para imagens da ISO 19115 (MD_ImageDescription), acrescido de

alguns outros considerados relevantes. Dessa forma, chegamos a Tabela 5, que uni os metadados da ISO 19115 (marcados com *) com esses demais metadados relevantes. Da mesma maneira, dividimos os metadados em obrigatórios, opcionais e adicionais. Os metadados adicionais são voltados aos usuários especialistas.

The screenshot shows the 'Catálogo Global de Imagens de Sensoriamento Remoto' search interface. At the top, there are three tabs: 'Localização Geográfica', 'Parâmetros Opcionais' (which is selected), and 'Parâmetros Adicionais'. Below the tabs, there is a 'Sensores' section with a tree view containing 'IMAGEADORES', 'RADAR', 'CARTOGRAFIA', and 'MOSAICOS'. To the right of the sensors, there is a 'Data' section with 'Inicial' and 'Final' date pickers, both set to '1973 Jan 01'. Below the sensors, there is a 'Cobertura de Nuvens' input field.

Figura 2. Parâmetros opcionais da interface de busca sugerida.

The screenshot shows the 'Catálogo Global de Imagens de Sensoriamento Remoto' search interface with the 'Parâmetros Adicionais' tab selected. It features a 'Fontes' dropdown menu, an 'Azimute' input field, a checkbox for 'Procurar apenas produtos disponíveis online:', and a section titled 'Parâmetros Específicos por sensor' with an empty input field.

Figura 3. Parâmetros adicionais da interface de busca sugerida.

Quanto maior o número de metadados e sua qualidade, melhor o catálogo. A Tabela 6 apresenta a avaliação dos catálogos em relação aos metadados obrigatórios apresentados na Tabela 5. Mais uma vez, a CONAE teve a pior avaliação. O eoPortal e o Earth Explorer são as melhores interfaces de publicação. No eoPortal, os metadados são de boa qualidade e estão divididos por assunto. O ESDI e o SIRIUS apresentam apenas o dia da aquisição da cena. Todos catálogos apresentaram um *quicklook* da cena, sendo que no SIRIUS e no Earth Explorer, os *quicklooks* são apresentados sobre o mapa de referência. O SIRIUS, o Earth Explorer e o eoPortal mostram a localização das cenas sobre o mapa referência.

O eoPortal é o catálogo que apresenta o maior número de metadados opcionais e o Earth Explorer o maior número de adicionais (Tabela 7 e Tabela 8). Apenas o ESDI apresenta o formato do dado. O eoPortal apresenta o custo da cena somente no momento do pedido da mesma.

3.3 Interface de acesso ao dado

Nos catálogos CBERS, CONAE, ESDI e SIRIUS, todos os dados podem ser baixados mediante pedido por um usuário cadastrado. O Earth Explorer explicita previamente quando a coleção está disponível para *download* ou apenas para consulta. No eoPortal, todas as cenas dos catálogos estão disponíveis apenas para consulta.

Tabela 5. Campos obrigatórios, opcionais e adicionais da interface de apresentação dos resultados de um geoportal para centros de imagens de SR.

Metadados Obrigatórios	Metadados Opcionais	Metadados Adicionais
Identificador da cena	Formato da imagem	Condição da Imagem *
Coordenadas geográficas	Custo	Qualidade da Imagem *
Path/Row	Fonte do dado	Nível de Processamento *
Dia e hora da aquisição	Órbita	Dados calibração radiométrica*
Sistema sensor	Nadir	Dados calibração da câmera *
Projeção cartográfica	Direção da órbita	Dados de distorção *
Forma de acesso ao dado	Azimute *	Triangulação*
Cobertura de Nuvens *	Elevação *	

Tabela 6 . Presença dos metadados obrigatórios em alguns catálogos de imagens.

	CBERS	CONAE	Earth Explorer	eoPortal	ESDI	SIRIUS
Identificador da cena	X		X	X	X	
Coordenadas geográficas	X	X	X	X		
Path/Row	X	X	X	X	X	X
Dia e hora da aquisição	X	X	X	X	X	X
Sistema sensor	X	X	X	X	X	X
Projeção Cartográfica	X				X	
Forma de acesso ao dado	X	X	X	X	X	X
Cobertura de Nuvens	X	X	X	X		X

Tabela 7. Presença dos metadados opcionais em alguns catálogos de imagens.

	CBERS	CONAE	Earth Explorer	eoPortal	ESDI	SIRIUS
Formato da imagem					X	
Custo	X		X	X		
Fonte do dado		X	X	X	X	X
Órbita	X			X		
Nadir	X			X		
Direção da órbita				X		
Azimute	X		X	X		X
Elevação	X		X	X		

Tabela 8. Presença dos metadados adicionais em alguns catálogos de imagens.

	CBERS	CONAE	Earth Explorer	eoPortal	ESDI	SIRIUS
Condição da imagem			X			
Qualidade da Imagem						
Nível de processamento	X				X	
Dados de calibração radiométrica						
Dados calibração da câmera						
Dados de distorção						
Outros			X	X		

4. Conclusões

De uma forma geral, o Earth Explorer, o eoPortal e o SIRIUS possuem as melhores interfaces.

Na interface de busca do Earth Explorer, o mapa de visualização fica entre os parâmetros de busca. Por vezes, ao invés de rolar a tela, é acionado o *zoom* do mapa. Esse catálogo oferece metadados detalhados sobre os sistemas sensores e também sobre os próprios metadados. Já o eoPortal perde nos atributos adicionais. No entanto, ele apresenta formas bem diversificadas de localizar a área de interesse, todos os parâmetros são apresentados numa mesma tela, cujo visual é agradável.

As ferramentas de navegação no mapa do SIRIUS são as melhores, comparadas as outras interfaces. Sua interface é agradável também. O catálogo CBERS peca por não permitir consultas multi-sensores e também por não possuir um mapa de referência, nem de edição. O ESDI é uma boa interface, mas perde nos parâmetros opcionais e adicionais. Além disso, a forma de desenhar a área de interesse no mapa de referência é trabalhosa e não muito intuitiva. A CONAE possui a pior interface entre os catálogos avaliados.

Sugerem-se as seguintes mudanças na interface de busca catálogo CBERS:

- Adicionar um mapa de edição e um sistema de geo-codificação para localização da área de interesse. Uma sugestão simples é utilizar a API do Google Maps.
- Adicionar um sistema de *upload* de arquivos para localizar a área de interesse.
- Adicionar a opção de buscas multi-sensores.

Sugerem-se as seguintes mudanças na interface de publicação de metadados do catálogo CBERS:

- Adicionar *footprints* das cenas recuperadas sobre o mapa referência, para que o usuário saiba exatamente a localização da mesma.
- Adicionar um conjunto de metadados mínimo no momento da recuperação das imagens. O catálogo apresenta apenas o identificador da cena.
- Adicionar a opção de ordenar os resultados recebidos. O padrão do catálogo é ordenar pela data, mas seria interessante o usuário ordenar pela percentagem de nuvens, por exemplo.

Outra sugestão, válida para todos os catálogos de imagens, é que a interface de busca permita ao usuário buscar por características que ele necessita, como, por exemplo, pelas resoluções espacial, temporal, radiométrica e espectral. Dessa forma, o usuário não precisaria conhecer os sensores, facilitando e agilizando a busca.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Referência Bibliográfica

Bernard, L.; Kanellopoulos, I.; Annoni, A.; Smits, P. The European geoportal--one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure. **Computers, Environment and Urban Systems**, v.29, n.1, p.15-31, 2005.

Breitman, K.; Casanova, M.; Truszkowski, W. **Semantic Web – Concepts, Technologies and Applications**. London: Springer. 2007. 327 p.

Costa, C. M. **Viabilidade de acesso público a informações geográficas por meio de metadados espaciais em sistemas de código aberto**. 2005. 108 p. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

Iso. Geographic Information - Metadata., p. 140, 2003.

Manso, M. A.; Nogueras-Iso, J.; Bernabe, M. A.; F.J.; Z.-S. Automatic Metadata Extraction from Geographic Information. In: AGILE 2004 - 7th Conference on Geographic Information Science, 2004, Heraklion, Greece. p.

Souza, V. C. O. **Geoportal Global para Centros de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 2008. 99 p. (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - INPE, São José dos Campos/SP. 2008.

Tait, M. G. Implementing geoportals: applications of distributed GIS. **Computers, Environment and Urban Systems**, v.29, n.1, p.33-47, 2005.