

## Potencial dos Dados de Sensoriamento Remoto para Suporte Cartográfico Digital em Sistemas de Informações Aplicadas

Carlos Loch<sup>1</sup>  
Ruth Emília Nogueira Loch<sup>2</sup>  
Dalton Luiz Lemos II<sup>3</sup>  
Eugenia Karnaukhova<sup>4</sup>  
Kênya Naoe de Oliveira<sup>5</sup>  
Érica Ferreira de Bastos<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Caixa Postal 476 – 88040-970 - Florianópolis - SC, Brasil  
loch@ecv.ufsc.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Caixa Postal 476 – 88040-970 - Florianópolis - SC, Brasil  
ruth@ecv.ufsc.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Caixa Postal 476 – 88040-970 - Florianópolis - SC, Brasil  
dalton@ecv.ufsc.br

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Caixa Postal 476 – 88040-970 - Florianópolis - SC, Brasil  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Rua Saldanha Marinho, 196, Centro - Florianópolis - Santa Catarina  
CEP 88.010-450  
genikar@bol.com.br

<sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Caixa Postal 476 – 88040-970 - Florianópolis - SC, Brasil  
knaoe25@bol.com.br

<sup>6</sup> Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Caixa Postal 476 – 88040-970 - Florianópolis - SC, Brasil  
ecv3efb@ecv.ufsc.br

**Abstract.** The paper shows the research results for the developed project in the scope of the ANEEL-CELESC Research and Development program. The main goal was to develop and apply a methodology for integration of remote sensing data to the CELESC Geographic Information System - GIS, considering the technological solutions adjusted to the functional devices of the existing system and the necessities of the company, as its commercial and strategical activities. The informative and functional potential of CBERS and Landsat 7 (ETM+) images were analyzed. As final result, the parameters for processing and storage of the respective data had been defined, as part of the system of cartographic visualization of the power distribution net in rural areas.

**Palavras-chave:** remote sensing, digital image processing, geographic information system, sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, sistemas de informações geográficas.

## 1. Introdução

O desenvolvimento de sistemas de informação aplicados à gestão de redes de distribuição e transmissão de energia elétrica é uma necessidade reconhecida, e adquiriu como tema de pesquisa bastante popularidade nos últimos anos. Apesar de acessibilidade cada vez maior a soluções tecnológicas (dados, software, equipamentos GPS...), os respectivos sistemas em território nacional continuam enfrentando o obstáculo da inconsistência de dados espaciais, originado por problemas de desatualização de bases cartográficas.

O processo de implantação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Empresa CELESC foi inicialmente focado de modo a priorizar as áreas urbanas, onde concentra-se o maior mercado consumidor de energia elétrica. Nestas áreas esta Empresa vem contratando a aquisição maciça dos dados da rede elétrica de distribuição, na qual um dos produtos básicos é a cartografia, que vem sendo adquirida através de levantamentos aerofotogramétricos tradicionais.

Na área rural do Estado de Santa Catarina, a Empresa dispõe somente do mapa adquirido pelo Governo do Estado de Santa Catarina em 1963 na escala 1:50 000, até então nenhuma vez atualizado. O mapeamento sistemático não supre, deste modo, as necessidades atuais devido à desatualização das informações. A fonte mais adequada de dados para atualização de informações cartográficas e estruturação do SIG para áreas rurais são as imagens de sensoriamento remoto de resolução médio-alta, passíveis de rápida atualização e processamento.

Apesar de amplo reconhecimento do potencial de dados de sensoriamento para os fins propostos, poucos são os trabalhos que refletem sobre a capacidade informativa dos dados do sensoriamento remoto e a sua aplicabilidade em sistemas de informação aplicados. Foi necessário definir e implantar a metodologia de integração de dados cartográficos e de imagens de sensoriamento ao SIG da rede de distribuição da CELESC, considerando as soluções tecnológicas adequadas aos dispositivos funcionais do sistema existente e as necessidades da empresa, quanto as suas atividades comerciais e estratégicas.

Diante do exposto acima, o artigo reflete sobre a comparação da adequação aos objetivos traçados dos dados de sensoriamento remoto adquiridos a partir do CBERS e Landsat 7 (ETM+), definição dos parâmetros para processamento e armazenamento dos respectivos dados, como parte do sistema de visualização cartográfica da rede de distribuição.

## 2. Potencial de dados do Landsat 7 (ETM+) e CBERS para criação do suporte cartográfico digital.

Para realização do projeto foram adquiridas duas imagens de satélite: Landsat 7 (ETM+) e CBERS. Cujas especificações, qualidades e custos constam nas **Figuras 1, 2 e 3**.

<b>Landsat 7 (ETM+)</b>	<b>CBERS</b>
<i>Custo em R\$</i>	
1.000,00	200,00
<i>Resolução espacial</i>	
15m	20m
<i>Sensor</i>	
ETM +	CCD XS
<i>Resolução espectral</i>	
Banda 3: 0.63 0.69 $\mu\text{m}$	Banda 1: 0,45-0,52 $\mu\text{m}$
Banda 4: 0.76 0.90 $\mu\text{m}$	Banda 2: 0,52-0,59 $\mu\text{m}$
Banda 5: 1.55 1.75 $\mu\text{m}$	Banda 3: 0,63-0,69 $\mu\text{m}$
Banda 8: 0.52 - 0.90 $\mu\text{m}$ (pancromática)	Banda 4: 0,77-0,89 $\mu\text{m}$
<i>Número de bandas</i>	
4 (3, 4, 5 e Pancromática)	4 (1, 2, 3 e 4)
<i>Resolução temporal</i>	
16 dias	26 dias

Figura 1: especificações dos produtos Landsat 7 (ETM+) e CBERS.

<b>Resolução temática<sup>1</sup> para mapeamentos temáticos na escala:</b>	<b>Landsat-7</b>	<b>CBERS<sup>2</sup></b>
1:100 000	Ambas imagens apresentam resolução temática ótima para diferenciação de entre 5 à 7 classes de uso/cobertura de solo, com a resolução e nitidez de imagens bastante semelhantes; neste caso CBERS apresenta melhor condição custo/benefício.	
1:50 000	Adequada	A imagem adquirida apresentou restrições radiométricas, quanto a distinção de número de classes d uso/cobertura do solo, pode ser utilizada em casos específicos, porem com várias restrições
1:25 000	Adequada. Apesar de ser uma escala média, com a fusão de bandas: PAN + 3 bandas, pode-se obter maior n° de classes.	Inadequada

Figura 2: Resolução temática, adequação ao mapeamento do uso/cobertura do solo.

<sup>1</sup> A resolução temática está relacionada com o número de classes que se permite diferenciar.

<sup>2</sup> Na imagem CBERS, há perda de classes quando se trabalha com escalas de ampliação maior do que 1:100 000

Landsat-7	CBERS
Maior regularidade na geometria dos pixels.	Foi observada a diferença na geometria dos pixels na CBERS que, poderá, provavelmente, gerar dificuldades na vetorização temática exata.
Não apresenta ruídos na cena.	Apresentou ruídos

Figura 3: Qualidade gráfica das imagens

De um modo geral, a imagem Landsat-7 (**Figura 4**) é de melhor qualidade com relação à imagem CBERS (**Figura 5**) no que se refere à resolução temática (número de classes distintas), a qualidade gráfica (questão de ruídos e geometria dos pixels), a fusão de bandas (Pancromática + bandas).

Na etapa de composição de bandas, também se obteve um resultado melhor, referente ao número de classes que se pode diferenciar na imagem Landsat-7. Já na imagem CBERS o número de classes foi menor. Algumas classes misturaram-se, como por exemplo, as atividades agrícolas recentes confundiram-se com áreas urbanas e os reflorestamentos confundiram-se com sombras. Entretanto, a composição satisfatória que se aproximou a composição 5, 4 e 3 da Landsat-7, para a CBERS ficou sendo 3, 4 e 2 (RGB).

Como resultado do processamento digital das imagens pode-se constatar que, neste caso particular, apesar da imagem CBERS (R\$ 200,00) ser menos onerosa do que a imagem Landsat-7 (R\$ 1000,00), os benefícios adquiridos por meio da Landsat-7 foram maiores em relação à qualidade visual, pois a CBERS apresentou muitos ruídos ao longo da cena; a maior distinção entre os alvos de interesse, possibilitando um bom detalhamento sobre as áreas urbanas e rurais; a possibilidade de se trabalhar em escala maior (até 1:25 000); disponibilidade da banda 8 (Pancromática), permitindo a fusão das 4 bandas espectrais, disponibilizando um maior detalhamento sobre o uso e cobertura do solo. Entretanto, é válido ressaltar que, em termos gerais, o sensor CBERS pode servir de fonte de dados para o mapeamento de áreas rurais com escala a partir de 1: 50 000 ou menor. Além disso, a família Landsat está em no mercado a cerca de trinta anos, e a família CBERS há, aproximadamente, cinco anos. Pode-se afirmar, a partir dos testes realizados, que o sensor CBERS é promissor e os seus produtos tendem a se tornar mais competitivos no mercado brasileiro à medida que este seja aprimorado. Pois, mapeamentos realizados a partir de dados do sensoriamento remoto e que requerem escalas maiores que 1:50 000 poderão ser realizados a um custo menor e com qualidade.

### 3. Georreferenciamento e correção geométrica das imagens

Os procedimentos de georreferenciamento consistiram na realização de trabalhos de coleta de pontos com receptores GPS, seleção de pontos a partir das fontes de mapeamento sistemático e teste de georreferenciamento no ambiente do software Environment for Visualizing Images - ENVI.

Os trabalhos de coleta de pontos foram divididos em três etapas consecutivas: coleta de pontos dispersos na visita de reconhecimento para orientação da área como um todo; e duas coletas planejadas de pontos não sistemáticos.

Foram coletados um total de 18 pontos de controle terrestre com uma média de 1 m de precisão planimétrica.



Figura 4: Imagem Landsat 7 (Etm+), composição colorida R5, G4 e B3, referente ao mês de janeiro de 2002, Município Alfredo Wagner, SC.

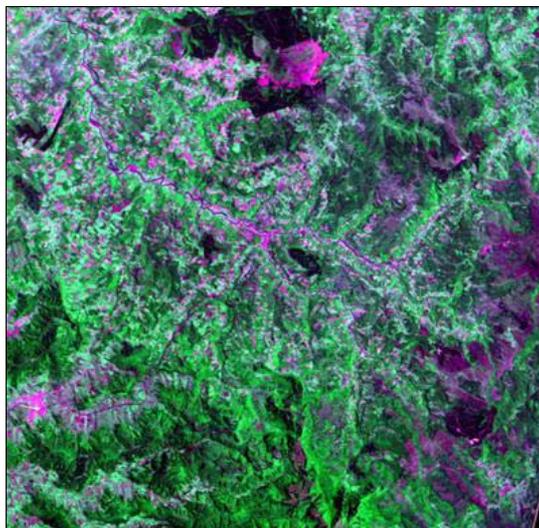


Figura 5: Imagem CBERS, composição colorida (bandas R3, G4 e B2), Município Alfredo Wagner, SC.

A coleta dos pontos foi planejada previamente em gabinete visando à distribuição regular da malha das observações, visando melhor acuidade do modelo de georreferenciamento. Os trabalhos em campo revelaram que devem ser tomados cuidados especiais na identificação dos locais da coleta devido a posição periférica da área dos testes e completa ausência, em algumas áreas, das placas de identificação. Na maioria das vezes optou-se pelo rastreamento dos pontos localizados sobre pontes, vista sua fácil identificação na imagem e no mapa.

Na seqüência foram realizados testes de georreferenciamento das imagens satélite utilizando somente pontos Global Position System –GPS. Foram utilizados para georreferenciamento inicialmente 18 pontos coletados em campo no período de janeiro – abril 2003, contudo o modelo final foi fechado somente com 12 pontos. Chegou-se à uma precisão de 12,5 m de RMS o que constitui um resultado ótimo para escala de mapeamento de 1:25 000, objetivo final dos testes.

Devido à especificidade dos resultados alcançados realizou-se o georreferenciamento final com uso somente dos pontos coletados em campo com GPS.

#### **4. Tratamento do histograma**

O objetivo deste procedimento foi inferir às imagens-base os parâmetros ótimos tanto para visualização em tela, quanto para plotagem dos produtos em papel.

Recomenda-se uso de realce gaussiano para R; e linear para G e B. Chegando-se à uma aparência de visualização de uma imagem aérea. Em seguida a imagem deve ser gravada com os referidos parâmetros em formato GeoTiff.

O tratamento específico do histograma, chamado Decorelational Strach, permite apurar a resposta espectral dos alvos, e após de trabalhos de campo, gerar um mapa temático de uso de solo.

## 5. Composição do catálogo de imagens-base

Considerando os objetivos finais da pesquisa, optou-se pela construção de três níveis hierárquicos de imagens-base.

Imagens com resolução de até 30m/pixel; correspondendo às escalas aproximadas de visualização de 1: 500 000 à 1:100 000; compreendendo as imagens-base com toda a área do projeto e com a área de cada município.

Imagens com resolução de até 30m/pixel; correspondendo às escala aproximada de visualização de 1: 50 000; compreendendo as imagens-base recortadas segundo o padrão de articulação das folhas do mapeamento sistemático na respectiva escala.

Imagens com resolução de até 15m/pixel, resultandes da fusão das bandas da imagem Landsat TM7; correspondendo às escala aproximada de visualização de 1: 25 000; compreendendo as imagens-base recortadas segundo o padrão de articulação das folhas do mapeamento sistemático na respectiva escala (ou ¼ da folha de 1: 50 000).

A compilação dos três níveis das imagens-base acima assinalados visa otimizar no futuro a correlação “volume” da imagem/resolução espacial na construção de uma arquitetura (**Figura 6**) (i.e. estrutura, organização do catalogo das imagens para sua visualização seqüencial em SIG ou em um visualizador).

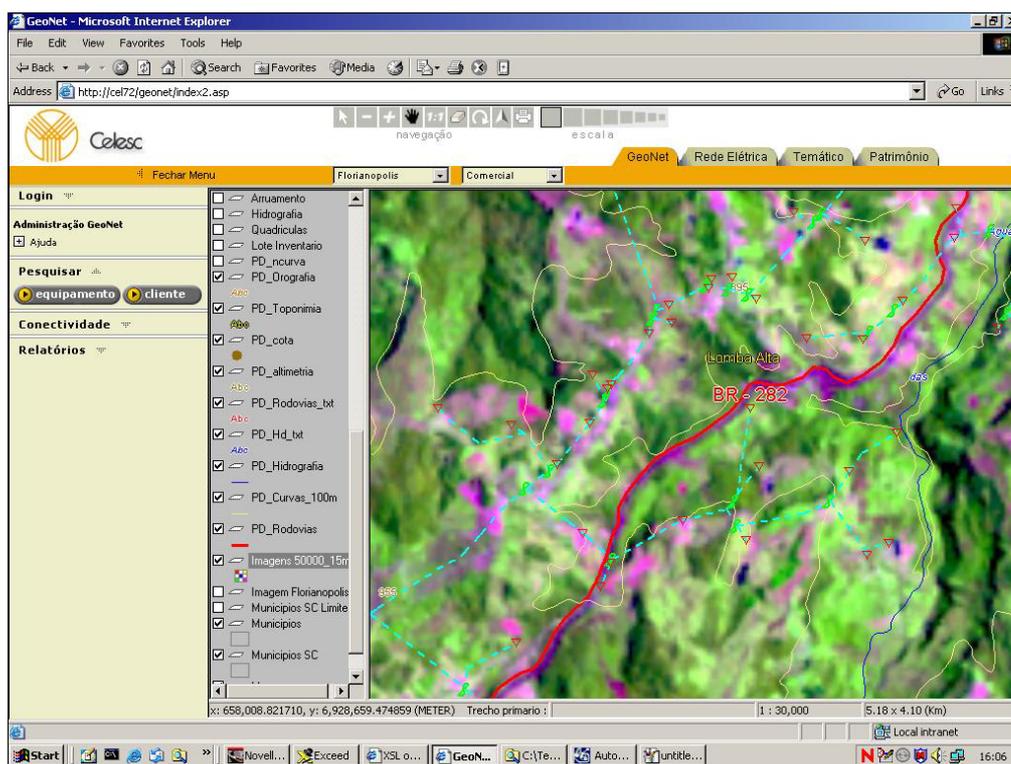


Figura 6: imagem de satélite com dados vetoriais no ambiente SIG da empresa CELESC.

Os dados do sensoriamento remoto também foram utilizados para gerar produtos cartográficos em meio analógico nas escalas 1:100 000 e 1: 50 000 (**Figura 7**).

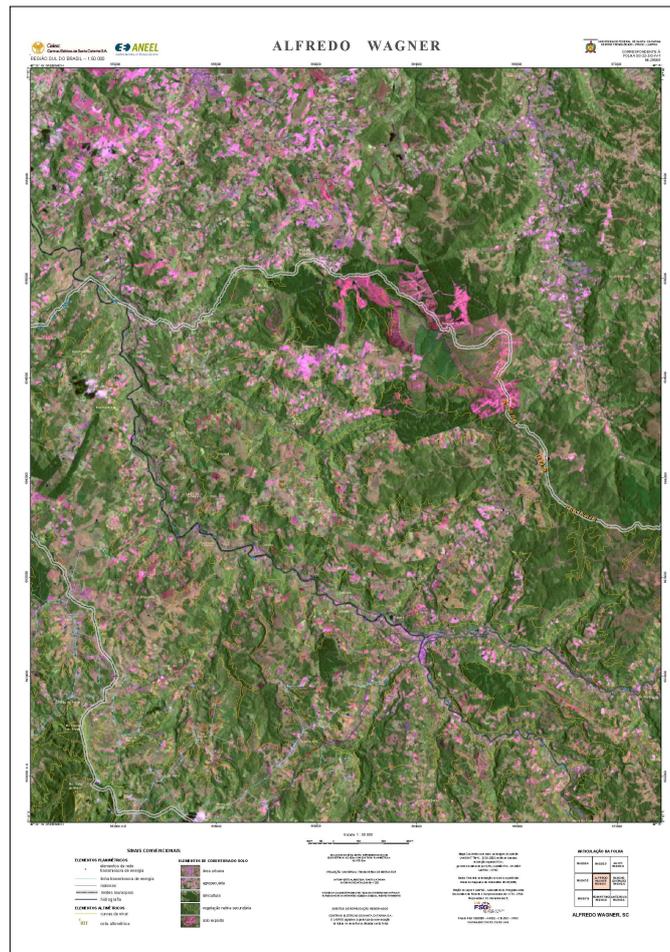


Figura 7: Mapa do Município Alfredo Wagner, SC, escala 1:50 000.

## 6. Conclusões e recomendações

A realização do projeto permitiu adquirir resultados benéficos do ponto de vista de integração interinstitucional e de experiência de compatibilização de resultados de processamento de produtos cartográficos digitais (em formato raster e vetor) em distintos sistemas de software.

O principal objetivo do projeto foi alcançado sendo definida a metodologia de integração de dados cartográficos (mapas- imagens) ao sistema de dados da rede de distribuição. Além disso, foram gerados mapeamentos digitais temáticos em formato raster para as demais áreas de atividades empresariais.

Diante de todos os procedimentos expostos nos itens anteriores deste artigo, seguem algumas recomendações:

- recomenda-se que o georreferenciamento das imagens satélite (quando se tratar das áreas predominantemente rurais) somente com pontos GPS, sendo excluída a possibilidade de georreferenciamento com os pontos do mapeamento sistemático, pois o último não proporciona o padrão de precisão exigido pela atual legislação;
- recomenda-se especial atenção ao controle de procedimentos de georreferenciamento, quanto a distribuição da malha dos pontos e sua identificação exata;
- recomenda-se a introdução de dados vetoriais referentes à identificação das características do relevo e topônimos geográficos;
- alguns testes específicos ainda são necessários na articulação linear das imagens-base recortadas para escalas de 1:25.000, considerando que foi impossível considerar nos

respectivos cortes as coordenadas exatas da articulação segundo mapeamento sistemático (que compreendem a curvatura da terra); assim, em hipótese deve ser considerada a possibilidade de pequenas fendas no recobrimento contínuo, quando se tratar da respectiva escala, e a gravidade destas falhas deve ser avaliada;

- observou-se que apesar dos recortes, que trazem a redução da abrangência espacial das imagens, o seu tamanho (arquivo digital em megabytes) permanece bastante elevado, o que leva à necessidade de testes com uso de computadores das imagens e/ou testes com redução da resolução gráfica das imagens, que devem revelar os impactos de tais procedimentos sobre a qualidade final das imagens.

Os futuros testes da compatibilização dos níveis vetoriais com imagens-base e construção dos catálogos das imagens permitirão definir os requisitos metodológicos ótimos para licitação e controle de qualidade dos produtos futuros em outras áreas do Estado. Além disso, atualmente estão sendo realizados testes com uma imagem IKONOS PSM. Espera-se com estes testes obter uma imagem precisa para gerar produtos cartográficos digitais em áreas urbanas (**Figura 8 e 9**).



Figura 8: imagem Ikonos, arruamento



Figura 9: imagem Ikonos, rodovia

Figura 10: Imagem IKONOS PSM, 1m de resolução espacial, área urbana do Município Alfredo Wagner, SC, 2004.