

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS DADOS DO SENSOR CCD DO CBERS E OS DO LANDSAT 7 ETM+ PARA A REGIÃO DE BRASÍLIA.

GUSTAVO MACEDO DE MELLO BAPTISTA ¹

¹UCB - Universidade Católica de Brasília
Q.S. 07 - Lote 01 - EPCT - Águas Claras - 72030-170 - Brasília - DF, Brasil
gustavom@ucb.br

Abstract. The aim of this paper is compare images of CBERS CCD and Landsat 7 ETM+. We used a quick_diff_stats function and linear regression, for all bands in the Brasilia region scene. The better correlation was obtained for band 4. The linear regression permit a best comparative analysis but the quick_diff_stats function image showed where are the differences. New studies will be motivated to test the spectral and spatial capabilities of CBERS data.

Keywords: CBERS, Landsat 7 ETM+, statistical analysis, quick_diff_stats function, linear regression.

1. Introdução

O Brasil deu um passo significativo para sua geração de dados de sensoriamento remoto, colocando em órbita, no dia 14 de outubro de 1999, o satélite CBERS, sigla em inglês para Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestre, resultado da cooperação internacional com a República Popular da China.

O sistema possui, como carga útil, três sensores imageadores com resoluções e frequência de imageamento diferenciadas. São eles: o WFI (Wide Field Imager ou Imageador de Visada Larga), o IR-MSS (Infrared Multispectral Scanner ou Varredor Multiespectral Infravermelho) e o CCD (Couple Charged Device ou Câmara de Alta Resolução).

Além dos sensores imageadores, o sistema ainda possui um coletor de dados (DCS – Data Colection System); um sensor de radiação de alta frequência (SEM); e um gravador de fita de alta densidade (HDTR) experimental que tem como objetivo gravar as imagens.

O presente artigo visa analisar comparativamente os dados obtidos pelo sensor CCD do CBERS com os dados obtidos pelo sistema Landsat 7 ETM+. Para tal, utilizou-se a função desenvolvida por David Gorodetzky, chamada quick_diff_stats e a regressão linear entre as imagens.

2. quick_diff_stats

A função quick_diff_stats é uma maneira simples de se verificar a similaridade entre duas imagens. Para tal, primeiro é feita a diminuição entre as duas imagens e posteriormente são calculados parâmetros estatísticos descritivos. Esse módulo foi escrito em linguagem IDL e encontra-se disponível no site da Research Systems.

Como resultado são apresentados dois arquivos, sendo o primeiro uma imagem que apresenta a diferença entre os DNs das duas imagens utilizadas e o segundo, um arquivo ascii contendo a distribuição de frequência, simples e acumulada, dos pixels para cada valor de diferença de DNs e a porcentagem correspondente.

Por exemplo: se um pixel apresenta um DN 9 na imagem CBERS e um DN 243 na imagens Landsat, na imagem resultado ele aparecerá com um DN -234, para uma seleção CBERS-Landsat. As imagens espacializam as maiores diferenças entre os dados.

Ao se plotar o histograma nota-se a distribuição freqüência das diferenças entre os DNs das imagens utilizadas na operação. Quanto mais próximos de zero estiverem todos os pixels, mais idênticas são as imagens. Utilização desse módulo foi feita a partir do software ENVI.

3. Regressão linear entre as imagens

Esse procedimento estatístico é bem difundido na literatura, sobretudo na de sensoriamento remoto. Baptista (2001) utilizou esse procedimento para checar a correlação entre os dados obtidos por meio da modelagem espectral e do obtidos em laboratório, para a relação entre caulinita e gibbsita em amostras de solos.

O software IDRISI 32, em seu pacote estatístico possui um módulo chamado *regress*, que permite a regressão linear entre as matrizes. O resultado do processamento apresenta a dispersão XY dos pixels das duas imagens, a função linear ajustada e diversas informações estatísticas, tais como o coeficiente de correlação e de determinação. Esse módulo foi utilizado para analisar a correlação entre as bandas.

4. Resultados e discussão

As imagens utilizadas nesse trabalho representam a região do Plano Piloto de Brasília e ambas são do mês de setembro de 2001, sendo a do Landsat 7 ETM+ do dia 06 e a do CBERS do dia 20. A figura 1 apresenta a área selecionada para esse estudo.



Figura 1 – Composição colorida 3R4G5B dos dados Landsat 7 ETM+.

A imagem Landsat foi registrada no ENVI utilizando a imagem CBERS como referência. Esse procedimento possibilitou, além de se ter as imagens corrigidas ao mesmo sistema de coordenadas e mesma superfície de referência, a reamostragem dos pixels da imagem Landsat de 30 para 20 metros.

O CBERS apresenta uma resolução espacial melhor que o Landsat, 20 m, porém o sensor CCD apresenta apenas 4 bandas, no seu modo multiespectral, recobrando a faixa do visível e do infravermelho próximo. Essas bandas do sistema CCD representam as quatro primeiras bandas do Landsat 7 ETM+, o que permite a comparação.

O primeiro procedimento de comparação baseou-se na função descrita anteriormente, a *quick_diff_stats*. O passo seguinte foi comparar os sensores, banda a banda, por meio de regressão linear.

Para a banda 1, que, tanto no CBERS como no Landsat, recobre a faixa de 0,45 a 0,52 μm , a média da diferença dos DN's foi a menor verificada, 0,95, e a distribuição simétrica das frequências pode ser verificada na figura 2.

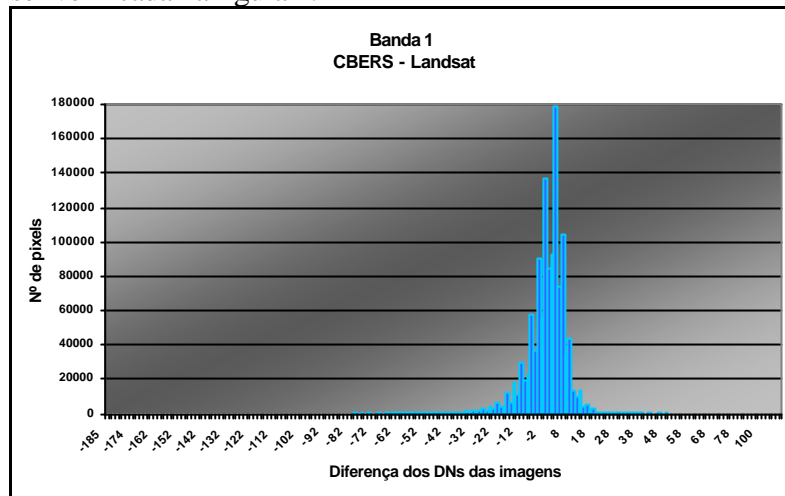


Figura 2 – Histograma obtido pelo processamento quick_diff_stats para as bandas 1 do CBERS e do Landsat.

A imagem de diferença de DN's para as bandas 1 apresenta-se como uma imagem processada com filtragem do tipo passa alta, e quanto mais claro e mais escuro o pixel se apresenta, maiores são as diferenças, tanto negativas como positivas. Percebe-se que a imagem apresenta um predomínio da tonalidade cinza como um todo (Figura 3).

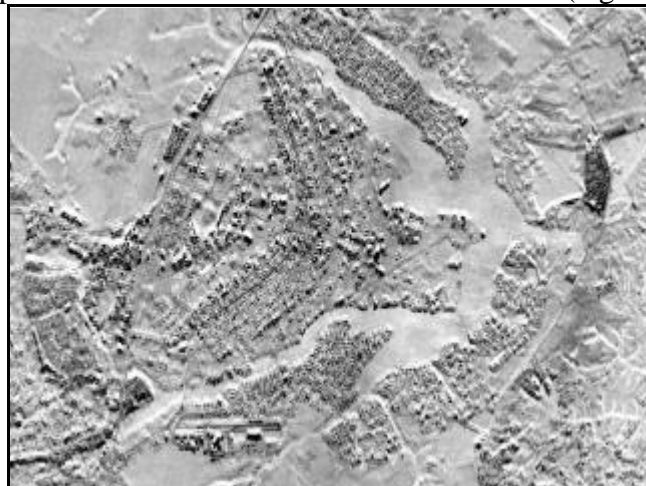


Figura 3 – Imagem resultado do processamento quick_diff_stats para as bandas 1.

A grande massa dos cerca de 1200000 pixels encontra-se distribuída em torno da média. Porém, visualmente, a imagem CBERS apresenta uma textura mais granulada que a imagem Landsat (Figura 4), além de manchas escuras orientadas no sentido NNE-SSW em toda a cena. Além disso, notou-se que a banda 1 do CBERS, pelo menos nos dados tratados nesse estudo, encontra-se deslocada no sentido norte-sul em relação às outras 3 bandas. Isso também pode ser notado na figura 4, que apresenta o mesmo recorte, baseado em coordenadas planas UTM. As demais bandas do CBERS apresentam-se ajustadas entre si e com os dados do Landsat.

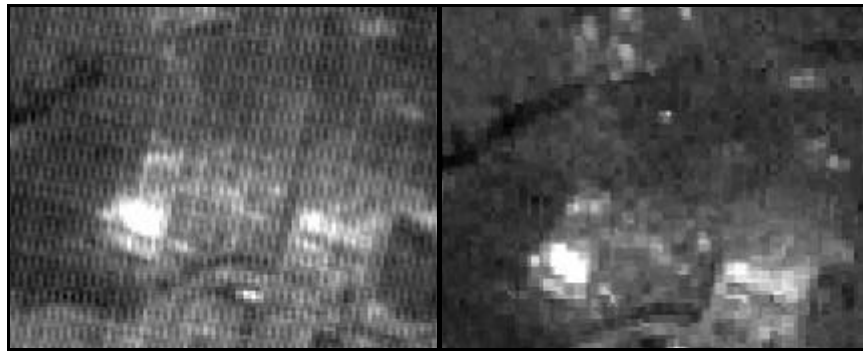


Figura 4 – Parte da banda 1 do CBERS e do Landsat, respectivamente.

Em termos de regressão linear, a banda 1 foi a que apresentou menor coeficiente de correlação, $r=0,52$, como pode-se verificar na figura 5. Esse baixo coeficiente e o aspecto de imagem filtrada com passa alta são decorrentes justamente do deslocamento apresentado na figura 4. O coeficiente de determinação verificado no ajuste mostra que apenas 27,07% da banda 1 da imagem Landsat é explicada pela banda 1 do CBERS.

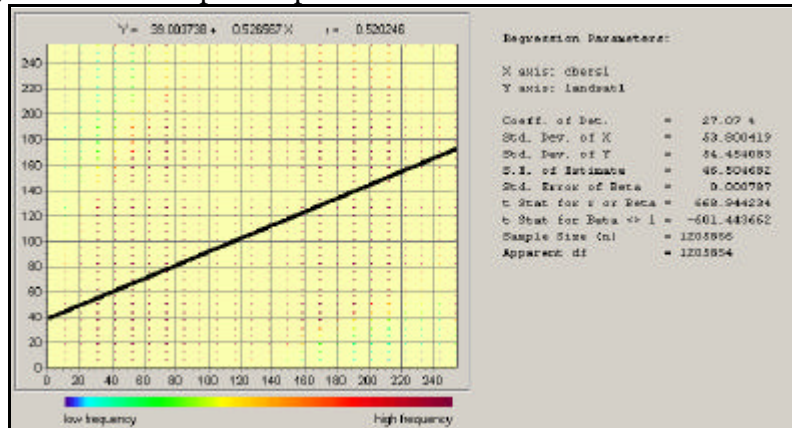


Figura 5 – Resultado da regressão linear para as bandas 1 do CBERS e do Landsat.

Na banda 2, que no CBERS cobre a faixa de 0,52 a 0,59 μm e no Landsat, a faixa de 0,53 a 0,61 μm , a média da diferença esteve em torno de -8,50, o que denota uma média próxima do valor ideal, 0, porém, os DNs do Landsat são predominantemente maiores que os pixels equivalentes no CBERS. A figura 6 apresenta o histograma resultante do processamento quick_diff_stats para as bandas 2 do CBERS e do Landsat.

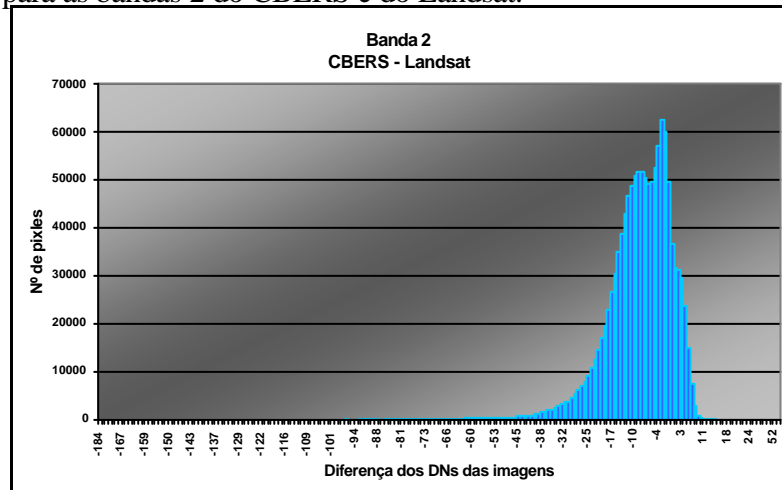


Figura 6 – Histograma com o resultado do processamento quick_diff_stats para as bandas 2.

Nota-se, ao se analisar a imagem resultante do processamento quick_diff_stats para as bandas 2 do CBERS e do Landsat, que a mesma não mais apresenta o formato de uma filtragem passa alta, conforme pode ser visualizado na figura 7. Destaca-se o Lago Paranoá que aparece em branco e cinza bem claro e algumas manchas pretas, mostrando espacialmente as principais diferenças entre os dados.

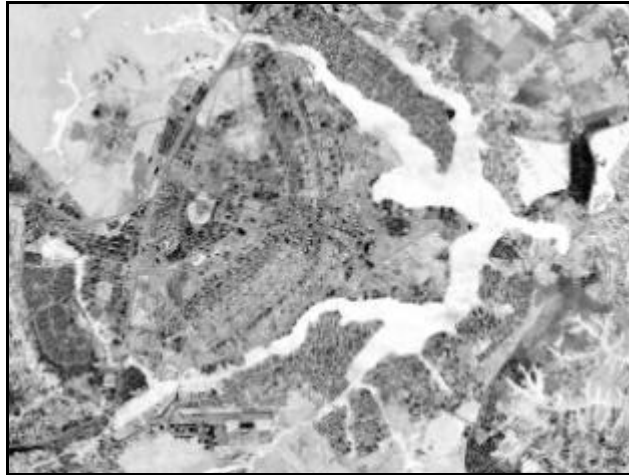


Figura 7 – Imagem resultado do processamento quick_diff_stats para as bandas 2.

Como se pode notar no histograma, apresentado na figura 6, o resultado do processamento sobre as bandas 2 concentrou, assim como o das bandas 1, praticamente todos os pixels em torno da média, porém o histograma para a banda 1 (Figura 2) apresenta uma distribuição mais simétrica enquanto que a distribuição apresentada no histograma da banda 2 (Figura 6) apresenta assimetria negativa e bimodal.

Em relação à regressão linear, a correlação foi bem mais significativa que a obtida para a banda 1, apresentando um coeficiente $r=0,87$, considerado alto. O coeficiente de determinação obtido no ajuste foi de 76,20%, bem mais representativo que o apresentado na banda 1. A figura 8 apresenta o resultado da regressão linear entre as bandas 2 dos dois sistemas sensores.

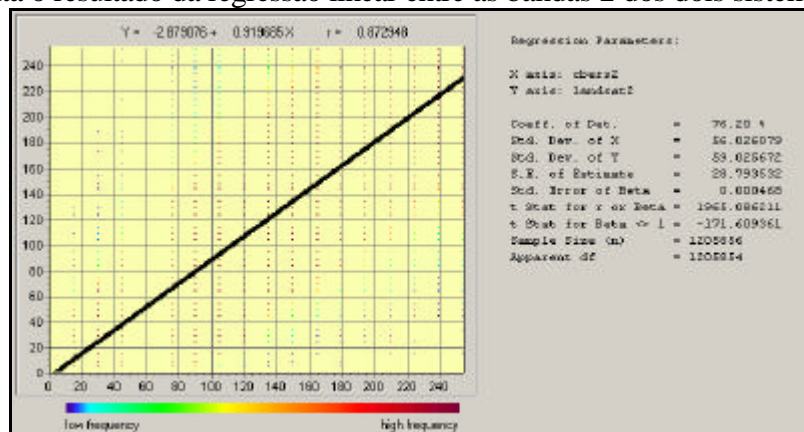


Figura 8 – Resultado da regressão linear entre as bandas 2 dos dois sistemas sensores.

A banda 3, que para ambos os sensores cobre a faixa de 0,63 a 0,69 μm , apresentou uma média de 7,04, também considera próxima ao valor ideal, porém seu histograma, que também distribui-se de forma assimétrica negativa e bimodal, apresentou picos em alguns valores, o que denota que para alguns valores houve mais pixels do que nos valores anterior e posterior. Além disso, as duas modas apresentam-se bem mais separadas que no histograma das bandas 2 do CBERS e do Landsat (Figura 6). A figura 9 apresenta o histograma resultante do processamento quick_diff_stats para as bandas 3 de ambos sensores.

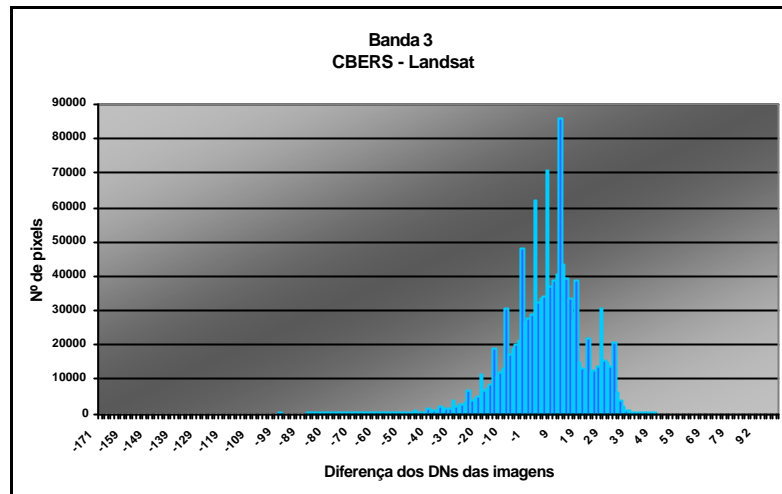


Figura 9 – Histograma resultante do processamento quick_diff_stats para as bandas 3.

Apesar de apresentar um histograma mais “ruidoso” devido aos picos anteriormente citados, a imagem resultado do processamento quick_diff_stats para as bandas 3 dos sensores (Figura 10) apresenta mesma tendência da anterior com o Lago Paranoá destacado em branco e alguns trechos urbanos em preto. Além disso, a imagem é um pouco mais escura que a referente às bandas 2 (Figura 7).

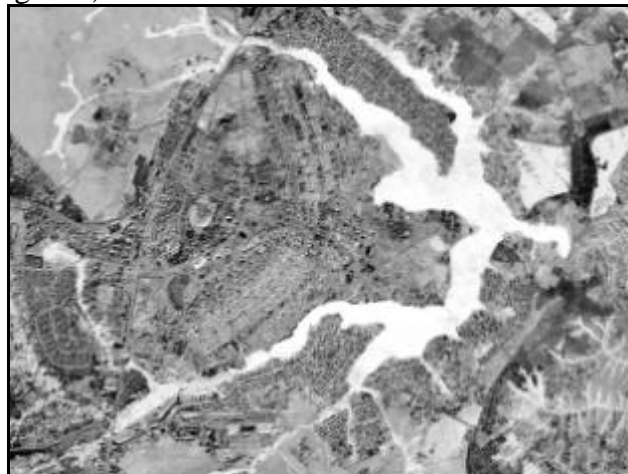


Figura 10 – Imagem resultado do quick_diff_stats para as bandas 3 do CBERS e do Landsat.

Já em relação à regressão linear, apresentada na figura 11, o coeficiente de correlação obtido foi de 0,88, quase o mesmo valor obtido para as bandas 2, e o de determinação foi um pouco maior, 79,11%.

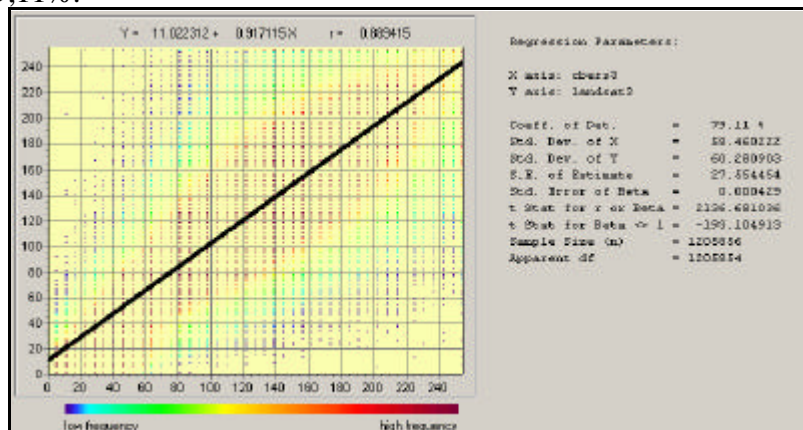


Figura 11 – Resultado da regressão linear entre as bandas 3 dos dois sistemas sensores.

Finalmente, para a banda 4, que no sensor CCD do CBERS cobre a faixa de 0,77 a 0,89 μm e no Landsat a de 0,78 a 0,90 μm , a média de diferença dos DN's foi a mais elevada de todas as bandas, de 42,52. Porém, seu histograma (Figura 12) foi o que apresentou maior simetria de todas as bandas testadas e as diferenças concentraram-se nos valores positivos, o que significa que os DN's do CBERS são em média maiores que os do Landsat.

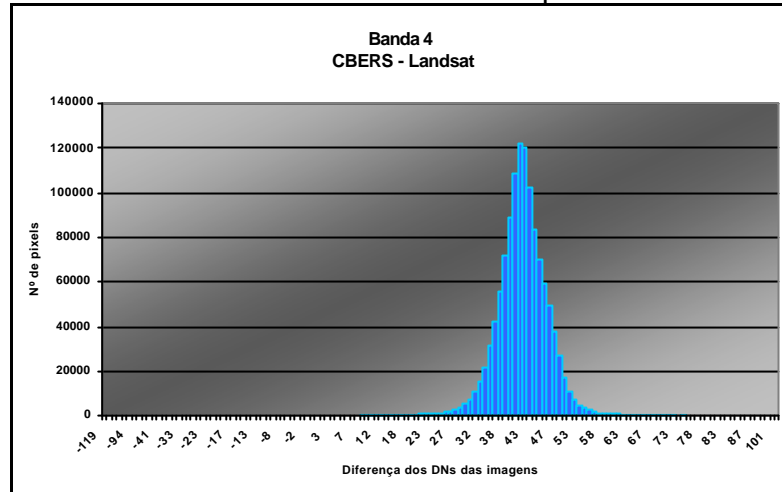


Figura 12 – Histograma resultante do processamento quick_diff_stats para as bandas 4.

A figura 13 apresenta a imagem resultado para as bandas 4 dos sensores e, assim como na imagem obtida para as bandas 1, ela também parece o resultado de uma filtragem do tipo passa alta, mas para essas bandas não se verificou o deslocamento norte-sul salientado anteriormente e apresentado na figura 4. Nota-se uma imagem mais homogênea em tons de cinza, com poucas diferenças significativas entre os dados.



Figura 14 – Imagem resultado do quick_diff_stats para as bandas 4 do CBERS e do Landsat.

Com relação à regressão linear, a banda 4 (Figura 15) apresentou o maior coeficiente de correlação ($r=0,94$) e, por consequência, o maior coeficiente de determinação foi de 89,68%.

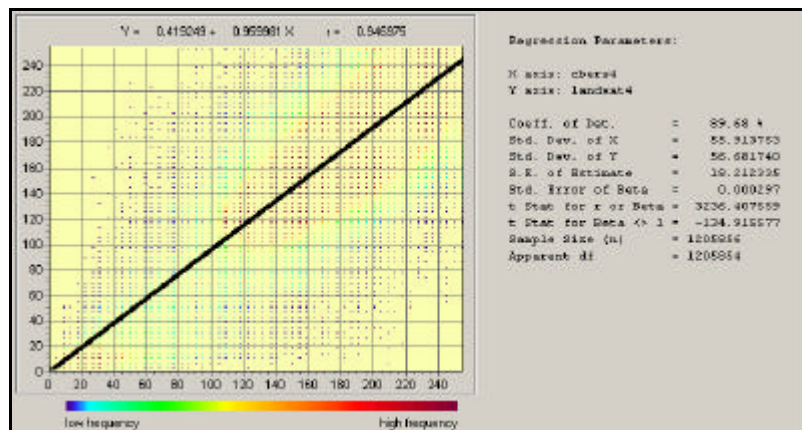


Figura 15 – Resultado da regressão linear entre as bandas 4 dos dois sistemas sensores.

5. Conclusões

O presente estudo visou analisar os dados do sensor CCD do CBERS. Para tal, comparou-se estatisticamente esses dados com as bandas correspondentes de uma cena de mês e ano do sensor ETM+ do Landsat 7 para a região de Brasília, DF.

Utilizou-se a função `quick_diff_stats` que se baseia na diminuição de uma banda pela outra e por análises estatísticas simples. Os resultados das médias das diferenças dos DNs obtidos foram 0,95, -8,50, 7,04 e 42,52, sendo que o valor ideal seria o 0, ou seja, um DN igual ao DN do pixel correspondente. Todos os histogramas apresentaram-se pouco dispersos em torno da média, sendo dois simétricos (bandas 1 e 4) e dois, os das bandas 2 e 3, assimétricos negativos e bimodais. Histogramas simétricos apresentam menores diferenças entre os dados, enquanto que assimétricos e bimodais apresentam maiores diferenças. O histograma da banda 3 apresentou picos na distribuição de frequência para algumas diferenças de DNs.

Outro método utilizado para analisar a similaridade entre os dados foi a regressão linear. Houve um aumento gradativo dos coeficientes de correlação da banda 1 para a 4, partindo de 0,52 até 0,94. A baixa correlação entre as bandas 1 dos dois sistemas deveu-se basicamente ao deslocamento no sentido norte-sul para o dado CBERS. Caso esse problema fosse relacionado, a banda 1 certamente teria alta correlação devido o formato de seu histograma.

A regressão linear, como já era esperado, mostrou ser eficiente para medição do grau de similaridade entre os dados, porém, a função `quick_diff_stats` permitiu analisar a distribuição das frequências das diferenças dos DNs entre os dois sistemas e as imagens resultantes apresentam espacialmente onde existem as diferenças mais significativas entre os dados.

Novos estudos com os dados CBERS devem ser incentivados no intuito de identificar possíveis deficiências e implementações, visando a excelência do sistema nacional de obtenção de dados de sensoriamento remoto.

6. Agradecimentos

O autor agradece o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pela cessão dos dados CBERS e a Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa da Universidade Católica de Brasília pela aquisição dos dados Landsat 7 ETM+.

Referências

Baptista, G.M.M. *Mapeamento e Quantificação da Relação Mineralógica Caulinita / (Caulinita + Gibbsita) de Solos Tropicais, por meio dos Dados do Sensor Hiperspectral AVIRIS (JPL/NASA)*. DSc. (Tese) - Universidade de Brasília, 2001. 139p.