

## 1. Objectivos:

Realizar a fusão (ou integração) das bandas multi-espectrais (MS) com a banda pancromática (Pan) de um dado sensor.

## 2. Dados<sup>1</sup>:

Os dados para efectuar este estudo consistem em:

1. Imagens do satélite QuickBird
2. Imagens do satélite Landsat (opção)

## 3. Métodos de fusão de dados

### Introdução

De modo geral, a fusão de dados imagem realiza-se com o objectivo de obter uma imagem que combine as características geométricas e espectrais de imagens provenientes de diferentes sensores embarcados na mesma plataforma

### Transformação IHS

Na transformação IHS, a Intensidade (*Intensity*) refere-se ao brilho total da cor, a Tonalidade (*Hue*) refere-se ao comprimento de onda dominante e a Saturação (*Saturation*) especifica a pureza da cor. No método de fusão pela técnica IHS, transformamos três bandas espectrais de baixa resolução espacial do espaço RGB de cores para o espaço IHS. Ao executarmos a transformação estamos a separar a informação acromática (Intensidade) da cromática (Tonalidade e Saturação) de uma imagem padrão RGB (Red = Vermelho, Green = Verde, Blue = Azul). A ideia básica do método consiste então em substituir a componente intensidade pela banda Pan e depois efectuar a operação inversa e regressar ao espaço RGB

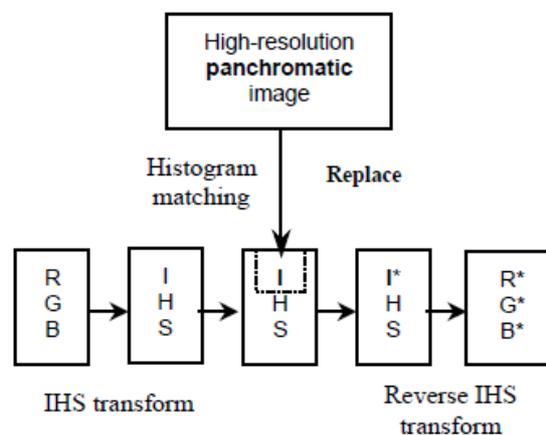


Figura 1: Fluxograma da transformação IHS (Adaptado de Zhang, 2002)

Os passos mais importantes desta transformação são:

1. Transformar a cor da imagem MS do espaço RGB para o espaço IHS;
2. Substituir a componente da I (Intensidade) pela imagem pancromática (Pan) com uma resolução superior;
3. Efectuar uma transformação inversa com as componentes substituídas do espaço IHS de volta ao espaço original RGB, de forma a obter uma imagem fundida.

<sup>1</sup> Extratos dos dados relativos a este TPC podem ser obtidos em <http://www.mat.uc.pt/~gil/downloads/>

## Transformação PCA

A transformação PCA (Principal Component Analysis), designada frequentemente por análise de Karhunen-Loève ou Transformada de Hotteling, é uma técnica estatística que transforma um conjunto de dados referentes a variáveis correlacionadas e multivariadas num conjunto de dados não correlacionados que são combinações lineares das originais. Este método exige três passos para ser realizado:

1. a construção da matriz de co-variância da imagem a ser transformada,
2. a determinação dos valores próprios e dos vectores próprios desta matriz,
3. a formação das componentes usando os vectores próprios como pesos.

O primeiro vector próprio produz a primeira componente, o segundo vector próprio, a segunda componente, e assim por diante. A primeira componente, caracteriza-se por estar orientada segundo a direcção da maior variância dos níveis de cinza da imagem original, apresentando maior contraste do que as demais componentes. A primeira componente conterá então teoricamente a informação que é comum a todas as bandas originais, enquanto as informações espectrais específicas de cada banda estão nas outras componentes. A Componente Principal 1 (CP1) é substituída pela banda PAN após equalização do histograma. É então efectuada a operação inversa para levar os dados combinados de volta ao espaço da imagem [Schneider03].

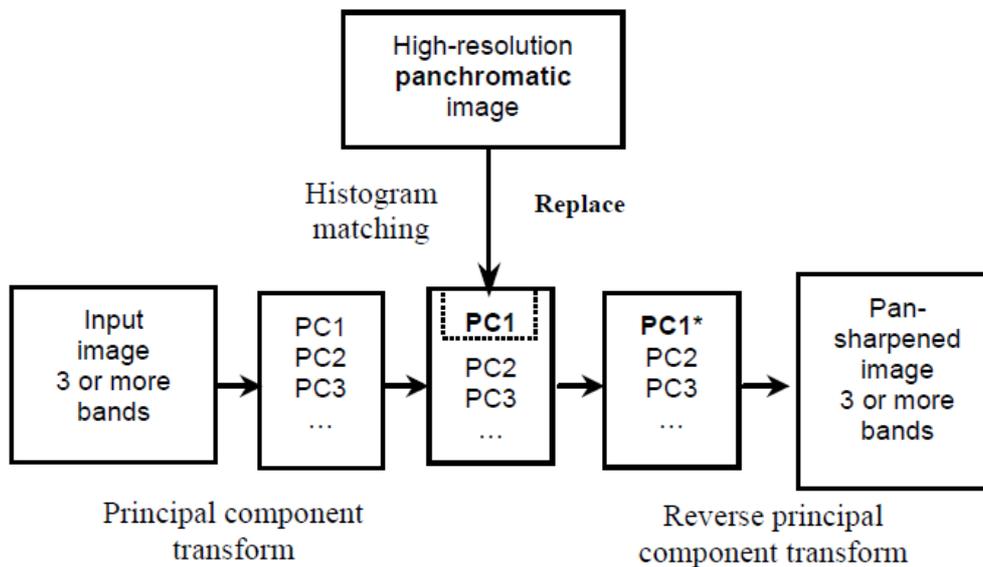


Figura 2: Transformada de componentes principais

Esta Transformação é particularmente útil quando se processam dados hiperespectrais uma vez que normalmente têm mais de 50 bandas.

## Transformada de ondoletas

A transformada de ondoletas é uma ferramenta matemática desenvolvida na área do processamento do sinal. Esta transformada decompõe uma imagem digital num conjunto de imagens de multiresolução acompanhadas com coeficientes de ondoletas para cada nível de resolução. Os coeficientes wavelet de cada nível, contêm as diferenças espaciais (detalhe) entre dois níveis de resolução sucessivos. A fusão baseada em ondoletas é executada segundo os passos seguintes:

1. Decomposição de uma imagem pancromática de alta resolução num conjunto de imagens pancromáticas de baixa resolução com coeficientes das ondoletas para cada nível;
2. Substituição de uma imagem pancromática de baixa resolução por uma banda multiespectral com o mesmo nível de resolução;
3. Execução da transformada de ondoletas inversa para converter o conjunto decomposto da imagem pancromática, com a substituição, para o nível da resolução da imagem pancromática original.

Nesta técnica (designada por substituição) alguns dos coeficientes das ondoletas da imagem de menor resolução são substituídos pelos coeficientes correspondentes da imagem de maior resolução. No entanto

podemos utilizar uma outra técnica (adição) que consiste em adicionar os coeficientes da imagem de alta resolução na imagem de baixa resolução.

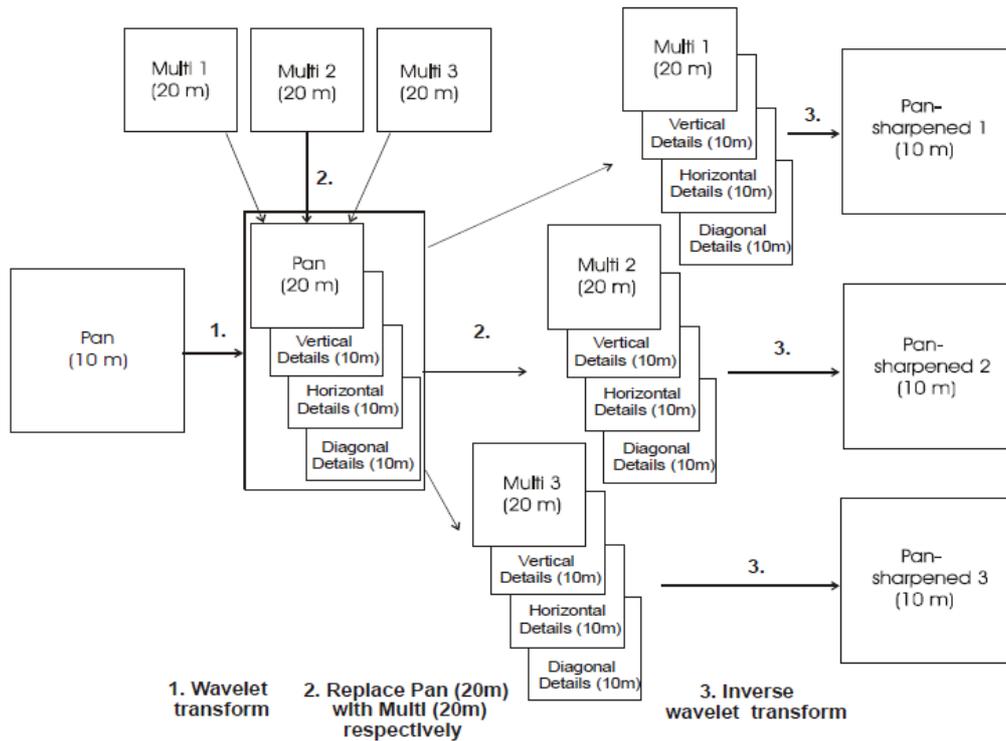


Figura 3: Transformação em ondasletas

### Transformação PANSHARP

O método de UNB-Panhsarp desenvolvido por Zhang 08 é um método estatístico que pretende resolver dois dos grandes problemas na fusão de imagens: a distorção da cor

A fusão é conseguida do seguinte modo:

1. Seleccionar as bandas multiespectrais da imagem multiespectral que se sobreponham à gama espectral da imagem pancromática;
2. Calcular a média, os desvios, e a matriz de co-variância de todas as bandas da imagem;
3. Realizar uma padronização do histograma nas bandas multiespectrais seleccionadas e na imagem pancromática; Realizar uma padronização do histograma nas bandas da imagem compreende:
  - a. Calcular a média e o desvio padrão das bandas seleccionadas; e
  - b. Alongar o histograma das bandas seleccionadas da imagem para uma gama total do valor de cinzento com uma média comum de acordo com as suas médias e desvios padrão individuais.
4. Padronizar todas as bandas da imagem multiespectral usando as médias e o desvio padrão;
5. Determinar os valores dos coeficientes usando as bandas multiespectrais seleccionadas e a imagem pancromática;
6. Calcular os pesos das bandas para simular a imagem pancromática sintética a partir da matriz de co-variância;
7. Gerar a imagem pancromática sintética usando os valores dos coeficientes e as bandas multiespectrais seleccionadas; A nova imagem pancromática sintética é gerada usando a equação:

$$NewPan_{syn} = \sum_k (\phi_k \times Multi_k)$$

onde,

- NewPan é a nova imagem pancromática sintética, que tem uma relação de valores de cinzento similares à imagem pancromática a ser fundida,

- $Multi_k$  são as bandas multiespectrais seleccionadas cuja gama se sobrepõe à da imagem pancromática
- $\phi_k$  são os coeficientes (ou pesos) para simular a imagem  $NewPan_{Syn}$ . Designando por  $PanOri$  a imagem original a ser “fundida” estes coeficientes são calculados

$$Pan_{Ori} = \sum_k \phi_k Multi_k$$

8. Gerar uma imagem pancromática sintética usando os pesos das bandas e as bandas standardizadas seleccionadas;
9. Realizar um rácio do produto sintético usando a banda pancromática standardizada, as bandas multiespectrais standardizadas e a imagem pancromática sintética; a equação para fundir (pansharpening) uma ou todas bandas multiespectrais é:

$$FusBand_k = Multi_k \times \frac{Pan_{Ori}}{NewPan_{Syn}}; \quad k = 1,2,3,4$$

10. Gerar uma ou mais imagens de bandas fundidas usando a imagem pancromática standardizada, uma ou mais das bandas multiespectrais standardizadas, e a imagem pancromática sintética. A imagem pancromática sintética tem uma variação dos valores de cinzento similar à da imagem pancromática original [Zhang08].

Na aplicação desta técnica é suposto que as bandas multi-espectrais e pancromática estão devidamente coregistradas. No caso em que isto não acontece a fusão de dados não se pode efectuar no espaço imagem e terá de efectuar no espaço objecto através de uma prévia ortorectificação das imagens. Ora acontece que, em geral, as imagens Basic, do QuickBird, correspondem a uma única cena e têm correcções mínimas, pelo que os produtos pancromático e multiespectral estão desfasados em cerca de 900 metros. Isto deve-se ao sensor pancromático estar ligeiramente deslocado em relação ao sensor multiespectral, no plano focal do QuickBird. Isto significa que embora os sensores pancromático e multiespectral recolham os dados em simultâneo, eles não “vêem” a mesma porção de terreno ao mesmo tempo. Uma das vantagens das imagens QuickBird é que os produtos Standard Imagery e Orthorectified Imagery têm correcções adicionais, incluindo o co-registo das bandas pancromática e multiespectral: as imagens são reamostradas exactamente uma em cima da outra. Assim, é possível efectuar a fusão pansharp das imagens, antes de outro processamento. Neste caso, apenas teremos de recolher os pontos de controlo e ortorrectificar uma única vez a imagem pansharp.

#### 4. Tarefas a realizar

---

1. Realizar a fusão de dados utilizando as transformações IHS e Pansharp
2. Escolha três classes de ocupação do solo e calcule para cada uma das classes análise as respostas espectrais dos elementos nas diferentes bandas, antes e depois de realizar a fusão das imagens.
3. Utilize a metodologia seguida na construção da figura 24 da referência (Nikolakopoulos, 2008) para comparar estatisticamente os resultados dos dois métodos de fusão para cada uma das bandas da sua imagem.

#### 5. Elementos a entregar

---

1. Relatório do trabalho efectuado. Utilize a seguinte estrutura para o seu relatório:
  - Introdução
  - Metodologia
  - Resultados
  - Conclusões
2. Ficheiro com os resultados da Fusão (opção)

#### Bibliografia

---

[Nikolakopoulos K. G., 2008. Comparison of nine fusion techniques for very high resolution data, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 74 \(5\), pp. 647-659.](#)

[Zhang, Y. \(2002\) Problems in the fusion of commercial high-resolution satellite images as well as Landsat 7 images and initial solutions. Interational Archives of Photogrammetry and Remote Sensing \(IAPRS\)](#)