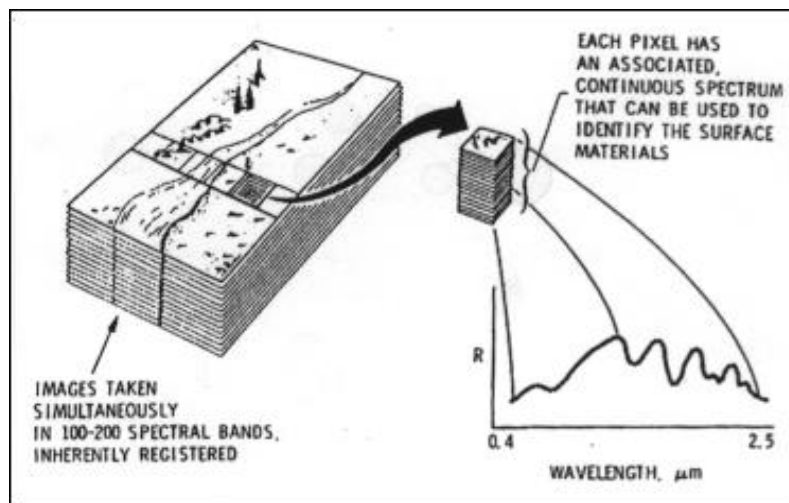


L: Tratamento de Dados Hiperespectrais

Sensores hiperespectrais são ferramentas do sensoriamento remoto que combinam as apresentações espectrais do sensor com as capacidades analíticas de um espectrômetro. Eles podem ter centenas de bandas espectrais com uma resolução espectral de 10 nm ou menor (O LANDSAT TM tem só 6 bandas, com resoluções espectrais de 70 nm ou maior).

Os sensores hiperespectrais, ou espectrômetros imageadores, produzem um espectro completo para cada pixel na imagem (Figura L-1). O resultado da análise dos dados hiperespectrais é a identificação dos objetos que não podem ser diferenciados com sensores de resolução espectral menor.



1. Diversas Calibrações...

1.1 Calibração ATREM

O "Atmospheric Removal Program" é um modelo de transferência radioativa

que determina a reflectância de uma superfície, em dados AVIRIS (Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer), sem conhecimento anterior das características dessa superfície. O ATREM utiliza as bandas de absorção do vapor d'água (0,94 - 1,1 mm) para determinar uma certa quantidade de vapor, baseando-se nos pixels dos dados AVIRIS, na curva de irradiação solar acima da atmosfera e no espectro de transmitância para cada um dos gases atmosféricos, como CO₂, O₃, N₂O, CO, CH₄ e O₂.

Figura L-1: A técnica dos sensores hiperespectrais (Vane et al., 1985).

1.2 Calibração normalizada ("Flat Field")

A técnica "flat field" é usada para normalizar imagens de uma área conhecida (GOETZ & SRIVASTAVA, ROBERTS et al.: 1986). Esse método é eficaz na redução dos dados do espectrômetro a uma reflectância relativa e pressupõe que o usuário localize uma região de interesse com baixa informação espectral. O espectro médio da região de interesse é usado como o espectro de referência, que é dividido pelo espectro de cada pixel da imagem.

1.3. Calibração pela reflectância média relativa interna ("internal relative average reflectance", IAAR)

Esta técnica é usada para normalizar imagens de uma área desconhecida em regiões secas (ROBERTS et al.: 1985; CONEL et al.: 1985; KRUSE et al.: 1990). O espectro médio é calculado para a imagem total e vai ser usado como espectro médio da imagem. Em seguida, o espectro médio é dividido pelo espectro de cada pixel da imagem.

1.4. Calibração por linha empírica ("empirical line")

A calibração por linha empírica é usada para forçar os dados de uma imagem para um espectro de reflectância de uma área selecionada. Este método aplica a regressão linear de todas as bandas para determinar o nível de cinza e a reflectância. A aplicação deste método necessita da definição de uma região de interesse, de curvas de reflectância da biblioteca espectral e da radiância de trajetória.

A grande maioria das imagens usadas neste capítulo encontram-se no CD "Tutorial and DATA CD" do ENVI, no subdiretório `..\envidata\cup95avsub`.

- Carregue as seguintes imagens do subdiretório `..\cup95avsub`: `cup95_at.int`; `cup95_ff.int`; `cup95_ia.int`; `cup95_el.int`.
- Determine o espectro de reflectância do pixel x:450 / y:220 (alunita) (Figura L-2).

Localizador de pixels

Tornou-se possível a utilização de quatro setas, em tela, para a movimentação, pixel a pixel, do cursor que aponta aquele a ser localizado.

- Selecione a cadeia de comandos "Ferramentas – Localizador de Pixels" e digite os valores da coluna e da linha do pixel nas caixas de texto. Clique no botão "Apply" para mover o cursor para o pixel selecionado. Ou então, use as setas, localizadas na parte inferior da caixa de diálogo para mover o cursor. Se for necessário localizar pixels em imagens que sejam subconjuntos de outras, fixe a opção "Yes", ao lado do item "Use Offset". Usar o localizador de pixel ("pixel locator") para achar o pixel daquela posição.
- O perfil Z é chamado pressionando-se o botão "Profiles" e arrastando o "mouse" até a opção "Z Profile" no menu "Functions".

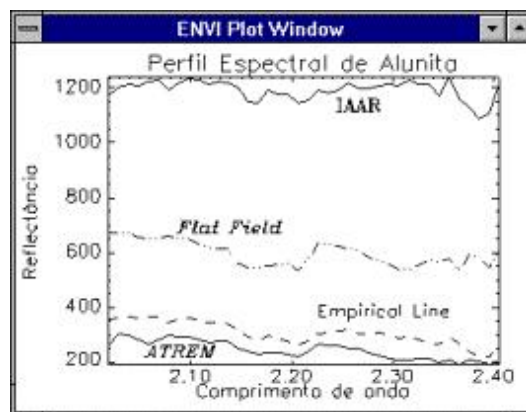


Figura L-2: Comparação dos métodos de calibração.

Obs.: ENVI examina automaticamente a curva espectral do pixel central da janela de ampliação.

1.5. Transformação "EFFORT"

A correção "EFFORT" (Empirical Flat Field Optimized Reflectance Transformation) usa-se para remover o ruído residual causado pelo espectrômetro o pela influência atmosférica de dados calibrados com o método de calibração ATREM (seção 1.1) do espectrômetro AVIRIS. EFFORT é uma técnica relativamente automatizada que foi desenvolvido á base de calibração "Flat Field" (seção 1.2) e fornece o melhor espectro de reflectância de dados AVIRIS.

A correção EFFORT seleciona este espectro, o qual é caracterizado pelo ruído coerente, especialmente na faixa do 2,0 μm (absorção de CO₂), aplica uma suavização e um fator "gain" da curva espectral.

Compare o espectro de alguns pixels nas imagens calibradas com o método "ATREM" e "EFFORT".

- imagem de entrada: `..\cup95_at.int`
- imagem de entrada: `..\cup95eff.img`

Determine os espectros de reflectância nas duas imagens dos pixels x:503 / y:581 e x:542 / y:533 usando o localizador de pixel e "Link Displays".

Obs.: Nota a similaridade entre os dois espectros. ENVI examina automaticamente a curva espectral do pixel central da janela de ampliação.

2. Uso da biblioteca espectral

Além das ferramentas espectrais, o ENVI tem gravadas três bibliotecas espectrais, produzidas pelo Jet Propulsion Laboratory. As bibliotecas espectrais contêm as características de 160 minerais diferentes, no intervalo espectral de 0,4 até 2,5 μm .

As bibliotecas espectrais são destinadas a aplicações em geologia, pois auxiliam na interpretação de diferentes minerais. Para testar a biblioteca espectral, reproduz-se uma imagem hiperespectral do AVIRIS, que tem normalmente 224 bandas diferentes, possibilitando uma interpretação mais detalhada, especialmente no setor geológico.

- Seleciona-se a função "Open Image File" e navega-se até o subdiretório `..\cup95avsub` no "Tutorial and DATA CD" do ENVI. Escolhe-se o arquivo `cup95_at.int`, que contém 40 bandas (2,0 até 2,4 μm) dos dados do AVIRIS, para o método de calibração ATREM.
- Determinar o perfil Z dos materiais da tabela ao lado; use o localizador de pixel para achar os pixels.

- Abra a biblioteca espectral (C:\rsi\idl60\products\envi40\spec_lib\jpl_lib\jpl1.sli.) selecionando a cadeia de comandos "Análise Espectral – Bibliotecas Espectrais – Visualização de Bibliotecas Espectrais", que contém os seguintes minerais: alunita SO-4A, buddingtonita Fields TS-11A, calcita C-3D, caolinita PS-1A.
- Aparece o "Spectral Library Viewer" (Figura L-3), que mostra as curvas espectrais obtidas em laboratório.
- Clique o botão direito do "mouse" no canto direito, abaixo do eixo x, para ver os nomes dos minerais carregados e, no diagrama, para chamar o botão "Functions".
- Clique o botão esquerdo do "mouse" no canto esquerdo abaixo do eixo x para mudar a escala da diagrama.
- Clique com o botão central do "mouse" nas partes das curvas que deseja aumentar.

Material	Coluna	Linha
Alunita	531	541
Buddingtonita	448	505
Calcita	260	613
Kaolinita	502	589

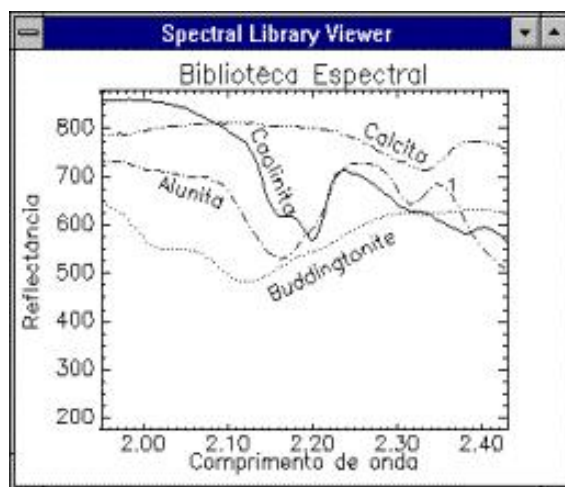
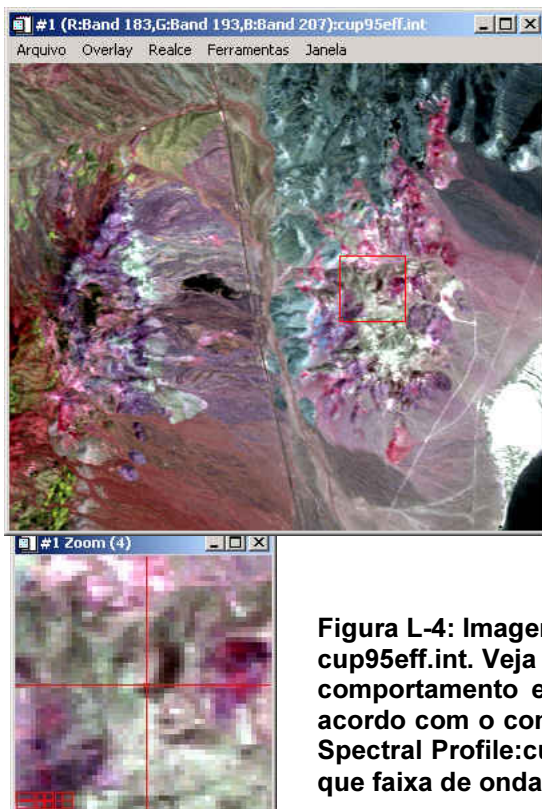


Figura L-3: Janela de curvas da biblioteca espectral.

2.1. Criação de biblioteca espectral

Tornou-se possível a introdução de vários arquivos ASCII e de tabelas para a criação de uma biblioteca espectral.

- Selecione, no menu principal, a cadeia de comandos "Análise Espectral – Bibliotecas Espectrais – Criação de Bibliotecas Espectrais".
- Aparecerá a janela "Spectral Library Build". Escolha ASCII ou Data File
- Depois, selecione o arquivo que contém as informações do comprimento de onda. Geralmente, escolhe-se o arquivo em que vai ser feita a análise (ele buscará no cabeçalho as informações de comprimento de onda).
- Neste exemplo, foi escolhido a imagem cup95eff.int , que se encontra no diretório \rs\idl60\products\envi40\data . É uma imagem de um sensor hiperespectral e em cada banda está contido as informações de comprimento de onda.
- Selecione o arquivo e clique em OK. Logo após, aparecerá a janela "Spectral Library Builder". Agora, importe os dados de coleta para a criação da biblioteca, selecionando dentro dessa mesma janela, a cadeia de comandos "Import – From..." . A aquisição desses dados para a construção da biblioteca pode ser feita de várias maneiras, como por exemplo selecionando ROI's dentro de uma certa imagem, coletando dados de laboratório e também dados de campo.
- Concluído o procedimento acima, selecione, também dentro da mesma janela, a cadeia de comandos "File – Save Spectra As - ..."



Em um exemplo didático, foi extraído ROI's dentro da imagem cup95eff.int e logo após, criado uma biblioteca espectral através dessas ROI's.

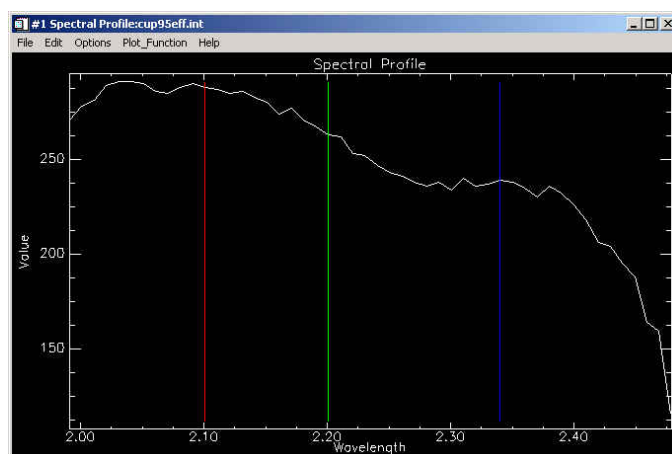


Figura L-4: Imagem cup95eff.int. Veja o comportamento espectral do alvo mostrado na janela de zoom de acordo com o comprimento de onda. Veja também que na janela "#1 Spectral Profile:cup95eff.int" existem 3 linhas verticais indicando em que faixa de onda que está a composição colorida RGB.

- Para visualizar o comportamento dessa biblioteca espectral, selecione, dentro do menu da janela gráfica (display), a cadeia de comandos “Ferramentas – Perfil – Perfil em Z (espectro)” (Figura L-4).
- Dentro da janela “#n Spectral Profile:...", selecione “File – Input Data - ...”. No nosso caso, foi selecionado a Spectral Library criada a partir das ROI's coletadas na imagem.
- Aparecerá a janela “ Input Spectral Library”. O usuário pode selecionar as classes que ele queira que apareça no gráfico Spectral Profile. Para selecioná-los separadamente, basta segurar o botão <CTRL> do teclado e ir clicando com o botão esquerdo do mouse nos “Spectras” desejados.
- Clique em OK e o resultado aparecerá no mesmo gráfico (Figura L-5).

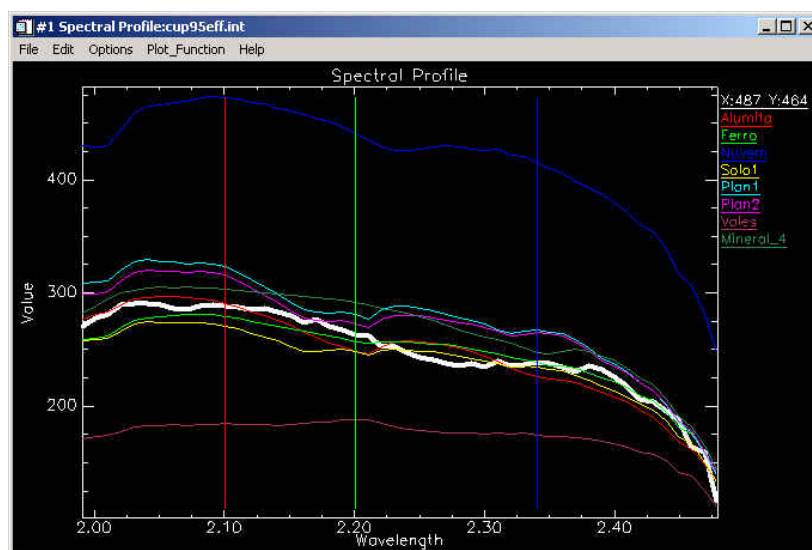


Figura L-5:
Gráficos dos
diferentes perfis
espectrais.

Note que o perfil do nosso alvo que aparece no zoom da figura L-4 aparece aqui como a linha branca de maior espessura (a espessura foi editada através do menu Edit – Data parameters). Esse gráfico permite uma excelente análise de alvos por toda a imagem. Vale lembrar que a curva que representa os alvos da imagem (branca) muda em tempo real de acordo com o deslocamento do zoom. Clicando com o botão direito do mouse dentro do gráfico, aparece uma legenda com o nome de cada classe. E clicando com o botão central do mouse (ou também, <CTRL> + Botão esquerdo do mouse) pode-se definir níveis de aproximação (zoom) dentro do gráfico. (NOTA: As curvas mostradas acima provavelmente não correspondem a realidade e são meramente ilustrativas, escolhidas empiricamente. Qualquer semelhança com a realidade é mera coincidência).

3. Decomposição espectral ("Spectral Unmixing")

Normalmente, as superfícies naturais são heterogêneas. Uma mistura espectral aparece quando vários materiais são registrados em um só pixel. Se as dimensões de um pixel forem grandes (pixel macroscópico), a mistura ocorre de uma maneira linear; se o pixel for microscópico, a mistura ocorre de maneira não-linear.

Etapas da decomposição espectral no ENVI

1. Correção atmosférica;
2. Transformação MNF ("minimum noise fraction");
3. Análise do índice de pixels puros ("pixel purity analysis");
4. Definição dos espectros ("endmembers"), pela aplicação do visualizador n-dimensional ("n-dimensional visualizer");
5. Análise dos erros residuais e das repetições.

3.1 Transformação MNF ("minimum noise fraction")

A transformação MNF é utilizada para determinar as dimensões inerentes nos dados de imagem, para segregar o ruído nos dados e para reduzir as exigências no processador. A transformação implementada no ENVI é feita em dois passos:

Primeira transformação

A primeira transformação é baseada em uma matriz de covariância do ruído, que descorrelaciona e reescala o ruído dos dados.

Segunda transformação

A segunda transformação consiste na análise dos componentes principais dos dados, em que o ruído é excluído.

A seguir, determina-se a dimensionalidade inerente dos dados pelo exame dos autovalores ("eigenvalues") e da imagem associada.

Os dados provenientes podem ser divididos em duas partes: uma parte associada com autovalores e auto-imagens coerentes.

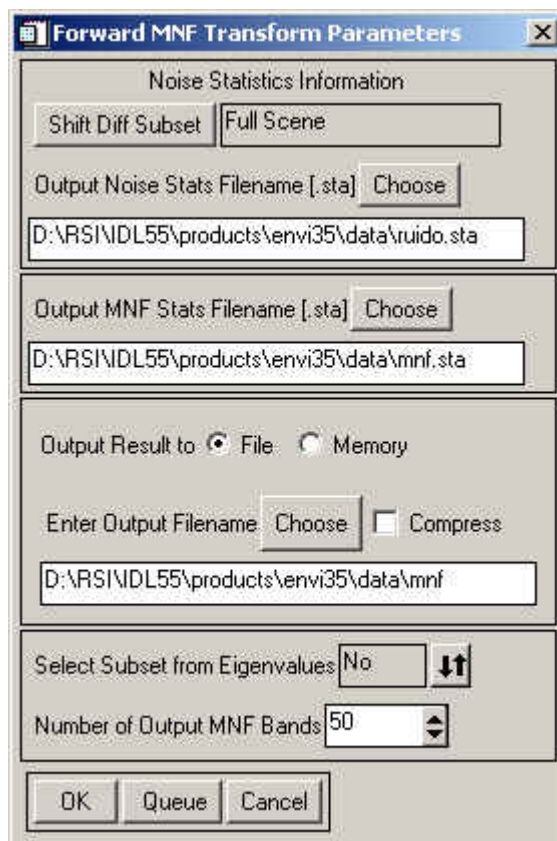


Figura L-6: Caixa de diálogo da transformação MNF.

Neste caso, o ruído tem uma variância igual; não há mais correlações entre as bandas; outra parte complementada com autovalores quase iguais às imagens dominadas pelo ruído. Utilize somente as partes coerentes, para o ruído poder ser eliminado dos dados.

- Selecione "Análise Espectral – Rotação MNF – MNF Adiante – Estimar Estatística de Ruído de Dados". Use esta função quando uma imagem estiver bem escura ou quase invisível. Selecione a imagem cup95eff.int, dentro do diretório \RS\IDL60\products\envi40\data.
- Aparece a caixa de diálogo "Forward MNF Transform Parameters" (Figura L-4).
 - estatística do ruído: ..\ruído.sta
 - estatística do MNF: ..\mnf.sta
 - imagem de saída: ..\mnf.img

Depois da transformação, as bandas do arquivo cup1.sta aparecem na lista de bandas disponíveis e a plotagem dos autovalores é feita automaticamente. A curva de autovalores (Figura L-7) indica as imagens que são dominadas por autovalores associados às primeiras bandas. As imagens dominadas pelo ruído correspondem à curva rebaixada.

Seleção dos espectros ("endmembers")

Compare algumas bandas e determine a correlação das bandas entre a plotagem de autovalores. Use o dispersograma bidimensional entre as bandas 1 e 2 e observe as correlações dos pixels da nuvem com os pixels correspondentes na imagem. Exporte esses pixels como regiões de interesse e transfira-os para a caixa de diálogo das regiões de interesse. Use dispersogramas diferentes e digite nomes diferentes para as regiões diferentes.

Clique no botão "Mean All" na caixa de diálogo das regiões de interesse. Evite a sobreposição de regiões de interesse diferentes. - região de interesse de saída: ..\cupunmix.roi .

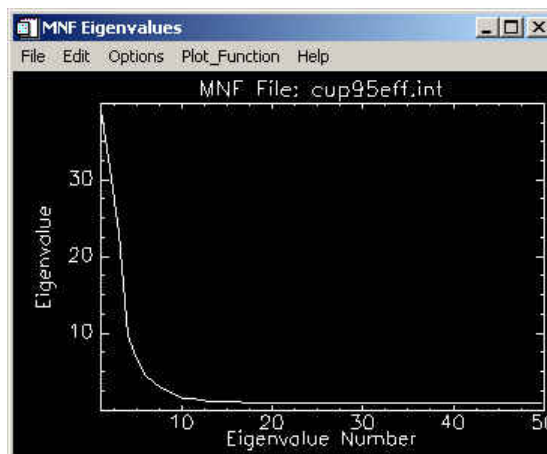


Figura L-7: Autovalores do MNF.

3.2 Resultados da decomposição espectral

Nesta seção, os valores médios das regiões de interesse vão ser usados pelo procedimento de decomposição espectral das primeiras oito bandas do MNF.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Análise Espectral – Métodos de mapeamento - Decomposição Espectral Linear ("Linear Spectral Unmixing").

- Aparece a caixa de diálogo intitulada "Linear Spectral Unmixing Parameters". "Import Spectra - From ROI Mean":
- Transfira o arquivo de ROI escolhido e aplique um aumento de contraste. Utilize um perfil Z nos dados de reflectância para reconciliar as bandas de absorção em função da abundância dos espectros. A seguir, carregue as frações diferentes como RGB em outras telas e tente explicar o aparecimento de cores mistas.

3.3 Índice de pureza de pixel ("pixel purity index")

O índice de pureza de pixels utiliza a informação da geometria convexa para chegar aos pixels puros, dividindo toda a imagem em pixels puros e impuros (BOARDMAN et al.: 1995). Para calcular o PPI, os espectros são calculados iterativamente em dispersogramas multidimensionais, e depois, projetados ao vetores uniformes. Os pixels extremos em todas bandas são marcados e o número total, em que um pixel foi marcado como pixel extremo, será anotado. Finalmente, uma imagem é calculada, na qual o valor de cinza de cada pixel se refere ao número, que foi marcado como pixel extremo.

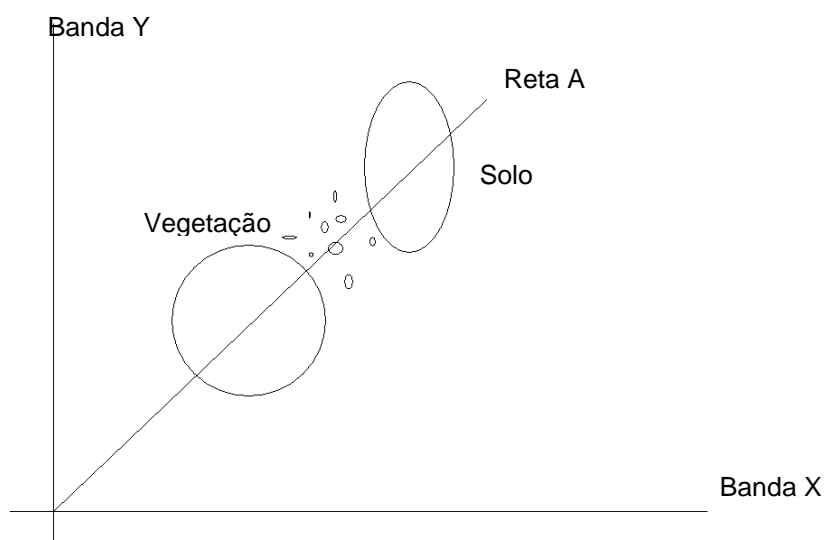
Selecione, no menu principal, a cadeia de comandos "Análise Espectral – Pixel Purity Index – [RÁPIDO] Nova Banda de Saída

Selecione a imagem desejada (no nosso caso, foi escolhida a imagem hiperespectral cup95eff.int)

OBS.: Os sensores hiperespectrais são os mais adequados para fazer a análise de índice de pureza de pixel, pois contém inúmeras bandas e a análise é mais refinada, e o resultado, mais confiável.

- Aparecerá a janela "Fast Pixel Purity Index Parameters.

Number Of Iterations & Threshold Factor



Imagine um Scattegrama ilustrativo como o do gráfico acima, aonde temos solo e vegetação distribuídos em duas bandas genéricas X e Y. Como pode ser visto a nuvem de pixels do solo e da vegetação, representadas pelas elipses, estão distintas entre si. Como é de deduzir, os pixels mais puros de solo e vegetação são os que estão nas duas extremidades da reta A. Logicamente, os pixels mais impuros são os que estão entre as duas nuvens de pixels, no caso, pode representar uma vegetação rasteira que contém solo, por exemplo. O desenho acima é representado para duas bandas. Aonde se tem mais bandas, mais refinado é o processo. Por isso que o sensor hiperespectral é o indicado para fazer análise de PPI.

A opção “Number Of Iterations” é o número de vezes que a reta que define a pureza do pixel é disposta para coletar os pixels da extremidade e determinar o nível de pureza. No nosso caso, escolhemos 1000 iterações (sempre é preciso um bom número de iterações para que o refinamento seja maior).

Em “Threshold Factor”, o usuário determina a diferença do valor digital limite para ser indicado como pixel de pureza. Por exemplo: Se o software computou o pixel de valor 200 como puro, e na opção Threshold Factor for escolhido o valor 1, o pixel de valor 199 também será escolhido como puro. Para sensores hiperespectrais, é indicado o valor 1. Caso se queria extrair níveis de pureza em sensores LandSat, pode ser indicado o valor 2, ou no máximo 3.

- Escolha File ou Memory e clique em OK.

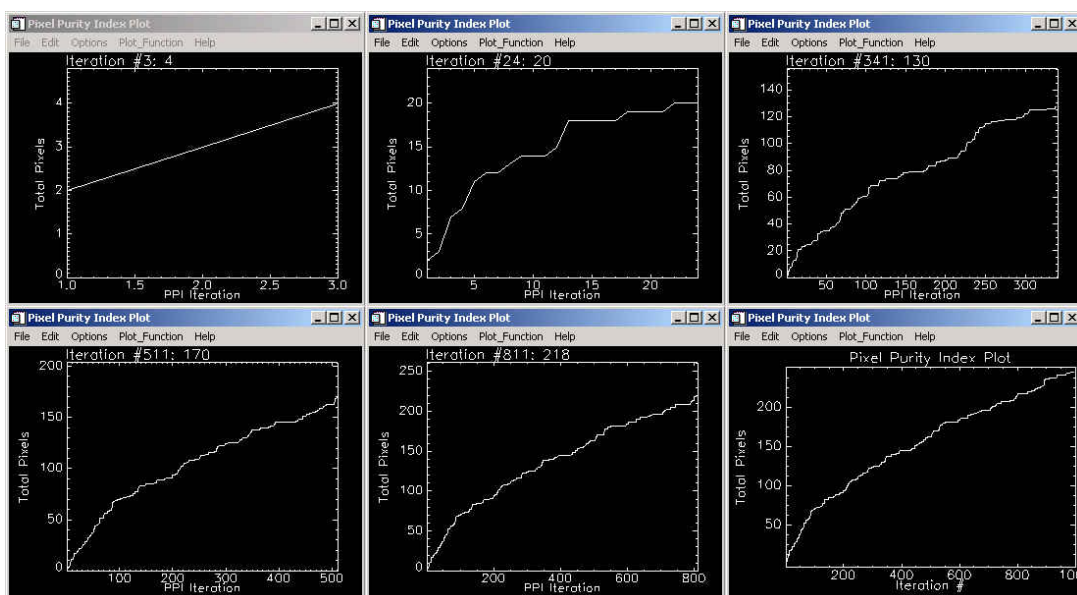


Figura L-8: Gráfico das várias etapas do processo de determinação de índice de pureza do pixel.

Quando a função estiver sendo executada, o gráfico vai mudar de iteração para iteração em tempo real para separar os pixels puros. Note que o gráfico descreve uma curva assintótica, o que é próprio de métodos iterativos.

- Aparecerá na janela “Available Bands List” a imagem PPI. Carregue no display. Depois, dentro da janela do display, selecione “Ferramentas – Valor/Localização do Cursor” e veja no campo “Data” o número de vezes que o dado pixel foi dito como puro pelas iterações.

Obs.: Os pixels escuros correspondem aos espectros misturados (impuros).

Dica: Carregue a imagem hiperespectral em outro display e compare as regiões da imagem que contém pixels puros através do comando Link Display (dentro da janela do display, em Ferramentas – Link”.

4. Spectral Feature Fitting (SFF) e Análise

Spectral Feature Fitting (SFF) é um método a base de absorção que ajusta o espectro de imagem ao espectro de referência (por exemplo bibliotecas espectrais). A maioria dos métodos são incapazes de identificar materiais específicos e só indicam a semelhança de um material comparando-se com outros materiais conhecidos. Já existem técnicas para identificação de materiais através da extração de espectros especiais de imagem ou através de curvas espectrais retiradas em laboratórios. Essas técnicas são utilizadas especialmente em aplicações geológicas, mas também é comum o seu uso em projetos de agricultura, florestais e meio-ambiente. Todos esses métodos requerem uma redução de dados de radiância para dados de reflectância.

4.1 Remoção de contínuo (Continuum Removal)

O contínuo é uma função matemática usada para isolar uma absorção especial que serve como uma entrada de análise (KRUSE et al., 1988; KRUSE, 1988; KRUSE, 1990; CLARK et al., 1990, 1991, 1992; CLARK & CROWLEY, 1992; KRUSE et al., 1993b, 1993c; SWAYZE et al., 1995).

A remoção de contínuo é um meio de normalizar espectros de reflectância para que seja possível a comparação de feições de absorção individuais a partir de um valor de base comum. Entende-se por contínuo uma superfície envolvente convexa ajustada a parte superior de uma curva espectral que utiliza segmentos retilíneos que conectam os máximos locais da curva. A remoção do contínuo se faz pela sua divisão pelo espectro real de cada pixel da imagem.

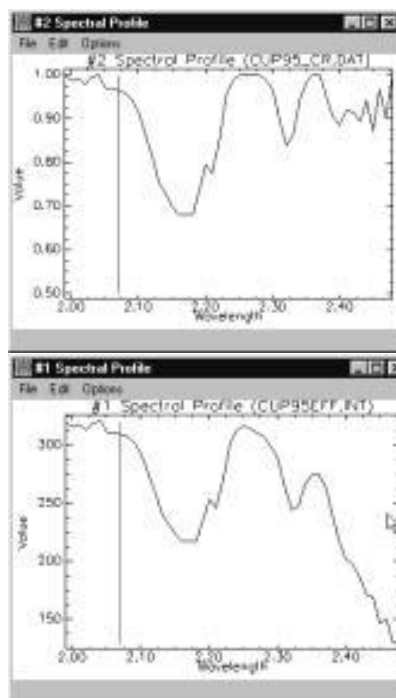


Figura L-9: Comparação entre os espectros "Effort" e "Continuum Removed"

Os pontos dos espectros resultantes são iguais a 1,0 onde há ajuste entre o contínuo e os espectros da imagem e menores que 1,0 onde ocorrem feições de absorção.

- Selecione, no menu principal, a cadeia de comandos "Análise Espectral – Métodos de Mapeamento - Continuum Removal". Escolha a imagem de entrada na caixa de diálogo "Continuum Removal Input File" e clique "OK"

- imagem de entrada:..\cup95eff.int

- imagem de saída:..\cup95_cr.dat

- Carregue a banda 193 (2.20 μ m) como imagem em tons de cinza, examine um perfil-Z.
- Selecione no menu "Options" da janela do perfil Z a opção "Auto-scale Y-axis Off". Em seguida, entre no menu "Edit - Plot Parameters" e mude os valores de intervalo para eixo-Y em 0.5 - 1.0.
- Compare os espectros entre os dados cup95eff.int e cup95_cr.dat usando a função "Link" entre as imagens..
- Mova o reticulado que indica a posição da janela Zoom para atualizar o perfil de outras posições. Use também o localizador de pixels e para examinar os espectros das posições 503/581 e 542/533.
- Compare as composições coloridas usando as bandas 183, 193 e 207 entre os dados cup95eff.int e cup95_cr.dat.
- Notar a correspondência entre as áreas escuras e examine os perfis correspondentes.
- Compare também as imagens na banda 207 (2.34 μ m).
- Examine um perfil Z das áreas escuras dos dados cup95cr.dat e compare a curva espectral com aquela, que foi examinada da imagem "Effort".
- Obs.: As áreas escuras na banda 207 correspondem com a faixa de absorção perto de 2,34 μ m.

4.2 Ajuste de feição espectral (Spectral Feature Fitting)

O ajuste de feição espectral é uma metodologia que permite que se avalie o ajuste de espectros de imagem a espectros de referência por meio do método de mínimos quadrados. As escalas dos espectros da imagem são redimensionadas para se ajustar aos espectros de referência após a remoção de contínuo de ambos os conjuntos.

Em seguida, espectros da imagem e de referência são comparados dois a dois em determinados valores de comprimento de onda e o erro médio quadrático é calculado em relação a cada espectro de referência.

O resultado consiste ou em imagens separadas correspondentes ao erro de escala e ao erro médio quadrático ou em uma imagem da razão entre os erros de escala e médio quadrático para cada espectro de referência. As imagens de erro separadas podem ser utilizadas em dispersogramas bidimensionais para determinar onde determinados materiais ocorrem. As imagens da razão entre os erros mostram a distribuição de cada espectro de referência, em que os melhores ajustes aparecem como pixels claros.

A função de ajuste espectral deve ser aplicada a dados cujos contínuos já tenham sido removidos. Entretanto, o sistema executa a remoção simultaneamente ao ajuste, caso não tenha sido feita preliminarmente.

4.3. Cálculo de Imagens de Escala e RMS

- Selecione, no menu principal, a cadeia de comandos "Spectral Tools - Spectral Feature Fitting" e utilize uma imagem de entrada cujo contínuo já tenha sido removido.

- imagem de entrada: ..\cup95_cr.dat

Selecione os espectros de referência da maneira usual.

- imagem de saída: ..\cup95sff.dat

Carregue as imagens de escala "Scale (Mean: Alunite 2.16...)" e "Scale (Mean: Kaolinite)" como imagem em tons em novas telas e aplique a função "Link" para comparar naquelas com a imagem cujo contínuo já tenha sido removido.

Selecione, no menu das funções, a cadeia de comandos "Interactive Analysis - Cursor Location/Value".

Obs.: Apesar de as imagens serem parecidas, os valores entre as duas imagens de escala diferem.

Carregue as imagens de RMS "RMS (Mean: Alunite 2.16...)" e "RMS (Mean: Kaolinite)" como imagem em tons de cinza nas telas que foram usados para visualizar as imagens de escala e aplique novamente a função "Link" para comparar aquelas com a imagem cujo contínuo já tenha sido removido.

Obs.: Valores RMS baixos indicam um bom ajuste espectral.

Dispersograma bidimensional entre as Imagens de Escala e RMS

Examine dispersogramas bidimensional do imagem RMS carregando as imagens de escala e RMS nas bandas x e y para os materiais diferentes !

Defina uma ROI na dispersograma para valores baixos de RMS para todos intervalos do Scale

4.4 Razões das Imagens de Ajuste de feição espectral ("Fit Images")

- Selecione, no menu principal, a cadeia de comandos "Spectral Tools - Spectral Feature Fitting" e utilize uma imagem de entrada cujo contínuo já tenha sido removido.
- Selecione os espectros de referência da maneira usual usando o botão "Toggle" no diálogo dos parâmetros de SFF para escolher imagens de razão Scale/RMS para cada espectro como output.
- Carregue a imagem "FIT(Mean: Kaolinite...)" numa tela e compare-a com as imagens de Escala e RMS correspondentes e tente explicar a interação entre as imagens Scale/RMS para produzir a imagem "FIT".

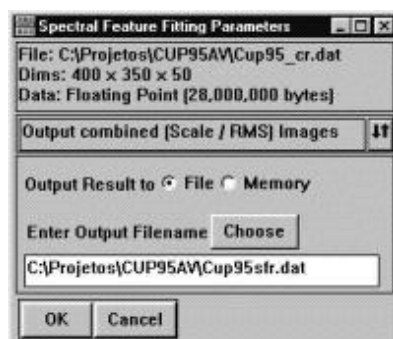


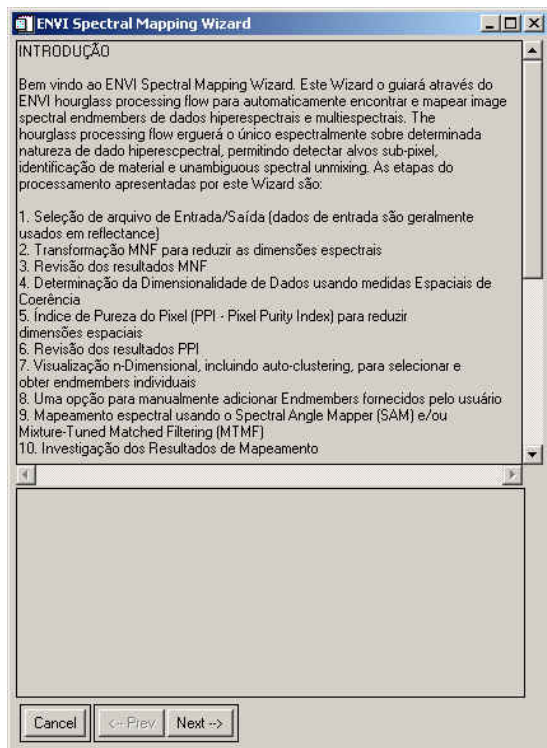
Figura L-10: Caixa de diálogo dos parâmetros SSF

5. Assistente de classificação hiperespectral

O Assistente de Classificação Hiperespectral (ou ENVI Spectral Mapping Wizard) é um assistente de classificação automática para imagens hiperespectrais. Ele automaticamente faz a rotação MNF, PPI, visualização n-dimensional, classificação pelo método Spectral Angle Mapper faz a investigação dos resultados de mapeamento. Com ele, fica mais fácil analisar e extrair dados das suas imagens hiperespectrais!!!

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos "Análise Espectral – Assistente de Classificação Hiperespectral"

- Aparecerá a janela igual à da figura L-11.



Note que existe um texto em português que guiará o usuário na sua classificação...

- Clique em “Next”. Agora o assistente pedirá para selecionar o arquivo de entrada e dar um nome genérico para o arquivo de saída. Os nomes dos resultados ficará da seguinte maneira: NOME_MNF para o resultado da rotação, NOME_PPI para a imagem que representará o nível de pureza de pixels, etc... clique novamente em “Next”.

Figura L-11: Assistente de classificação hiperespectral

- Agora é a etapa da transformação MNF Adiante. Digite o número de bandas desejadas para a banda de saída e clique em OK.

O assistente calculará os principais componentes das imagens (MNF) e apresentará o gráfico MNF Eigenvalues, que é um gráfico de autovalores, já explicado mais acima neste capítulo. O usuário pode notar que a rotação MNF coloca o que tem de “mais importante e comum” de cada imagem nas primeiras bandas, na ordem, e nas últimas bandas ficam apenas o que ocorrem em poucas bandas. A análise de principais componentes serve para detectar alvos específicos e tem aplicação em pesquisas geológicas, por exemplo. Clicando em “Load Animation of MNF Bands...” pode-se fazer a animação dos resultados do MNF.

- Clique em “Next” e o próximo passo do assistente será o cálculo da dimensionalidade dos dados.
- Clique em “Next” e o próximo passo é a escolha dos “Endmembers”
- Agora o passo é a determinação do nível de pureza dos pixels (Pixel Purity Index[PPI]). Detalhes de como funciona o PPI encontra-se na seção 3.3 deste capítulo.
- Logo após, aparece o gráfico assintótico e a imagem PPI aparece na lista de bandas disponíveis.

- O próximo passo é a geração do visualizador n-dimensional, aonde as classes ficarão separadas por nuvens de diferentes cores. Ou seja, cada nuvem é uma classe que o assistente criou automaticamente.

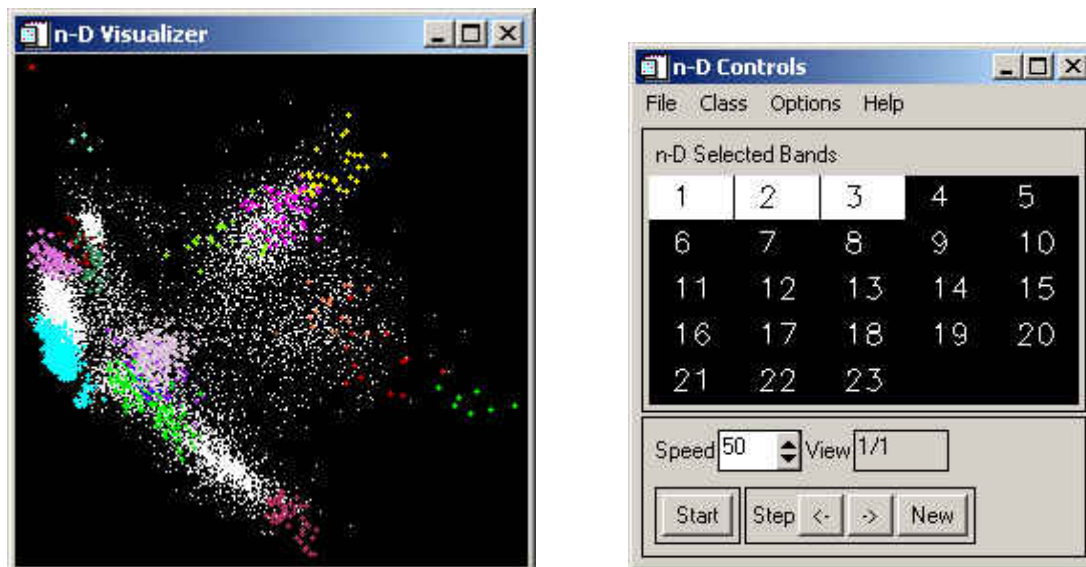


Figura L-12: Visualizador n-D criado pelo assistente. Note que cada classe é representada por uma cor.

- Depois, clique em “Next” , e depois, em “Retrieve Endmembers”, que daí o assistente coletará os endmembers separados pelo visualizador n-D, ou seja, as classes. Clique em Next e o assistente pedirá se você deseja incluir bibliotecas espectrais já prontas, arquivos de estatísticas, etc... Clique, novamente, em “Next”.
- Após isso, o usuário já pode gerar uma imagem classificada usando o método do Spectral Angle Mapper, o assistente explicará, através do título “Métodos de Mapeamento” , os parâmetros necessários que o usuário deverá fornecer. Clique em “next” e o software já criará a imagem classificada. Para visualizar a imagem classificada, clique em “Load SAM Class Result”
- Depois disso, o ENVI criará um relatório de estatística, esse relatório carregará na janela “Spectral Mapping Wizard Summary Report”