

3. MONITORAMENTO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

By: **André Souza¹** and **Agmom Rocha²**

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) está presente em todas as regiões brasileiras, seguindo a trajetória da produção agrícola, do planejamento ao plantio e até a mesa do consumidor. A CONAB contribui para a decisão dos agricultores quanto ao tempo de semear, a colheita, o armazenamento e permanecerá envolvida até a distribuição dos produtos no mercado. As operações desempenhadas pela CONAB são coordenadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Por estas ações a companhia conduz estudos e estatísticas de preços, assim como pesquisas de custos da produção agrícola, a estimativa de semeadura e colheita de grãos, além do volume e da localização dos estoques públicos e privados de uma variedade de produtos. A estimativa da produção de etanol, e o levantamento de outras informações relevantes são também estendidos às colheitas de café e de cana de açúcar.

A Faculdade de Agronomia da Universidade de Campinas (FEAGRI/UNICAMP) é muito ativa no desenvolvimento de projetos de pesquisa focados em soluções tecnológicas para os problemas do agronegócio brasileiro. O Laboratório de SIG da FEAGRI tem um papel no treinamento de profissionais altamente qualificados para atuar e utilizar a geoinformação como uma ferramenta para a tomada de decisões. Ele também trabalha no desenvolvimento de estudos, planeja e integra cursos multidisciplinares em aplicações de SIG e de sensoriamento remoto e GPS na agricultura, meio ambiente e outras disciplinas.

3.1. Relevância do Tópico Escolhido

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores agrícolas mundiais, com ênfase em grãos, café e bicompostíveis. Isto foi possível devido à avanços tecnológicos que o colocou em alta posição na classificação mundial. No entanto, por conta das dimensões continentais deste país, a variabilidade climática é um grande desafio à manutenção desta posição. Por isto, é necessária a adoção de novas técnicas, e o desenvolvimento de tecnologias e metodologias para melhorar o monitoramento e a previsão de colheitas.

3.2. Objetivo da Aplicação

Usar índices de vegetação derivados do instrumento de SPOT-VEGETATION para monitorar e identificar áreas agrícolas com cultivos temporários (como milho, arroz, soja, cana de açúcar) e permanentes (café), assim como reflorestamento.

3.3. Metodologia

A metodologia utilizada neste exercício para o monitoramento de cultivos, baseou-se em índices de vegetação derivados do instrumento de SPOT-VEGETATION e informações adicionais, tais como as regiões de produtividade excepcional para estes cultivos em São Paulo e Minas Gerais. Também foram incluídos os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. A área de estudo é representada na Figura 3.1. O período para este estudo de caso depende da disponibilidade de dados de Produtividade de Matéria Seca (Dry Matter Productivity, DMP) para a América do Sul. A década de início para este produto é a primeira de abril de 2010, e a série temporal termina na segunda década de 2011. Há duas décadas faltando: a primeira de julho e a última de novembro de 2010. A série consiste, portanto de 27 décadas. Além da DMP, foram também usados os Índice de Diferença Normalizada de Vegetação (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) e o Índice de Diferença Normalizada de Água

¹ André Souza (CONAB) andrelfsouza@gmail.com

² Agmom Rocha (UNICAMP/FEAGRI) agmon@agr.unicamp.br

(Normalized Difference Water Index, NDWI). Como base nestes conjuntos de dados, outros índices foram gerados para complementar a informação provida pelos NDVI, NDWI e DMP. São estes: Fração de Cobertura Vegetal (Fraction Vegetation Cover, FVC), Índice de Área Foliar (Leaf Area Index, LAI), Índice de Espalhamento Estrutural (Structural Scattering Index, SSI) e ainda um outro, que resulta da combinação dos dados de NDVI, NDWI e DMP. Este último serve apenas para destacar os padrões estruturais dos cultivos agrícolas neste estudo e foi denominado Índice de Vegetação Combinado (Combined Vegetation Index, COMBVI). Para maiores informações sobre os produtos de Vegetação SPOT, o manual de usuários do VGT4Africa pode ser consultado (Bartolomé, 2006).

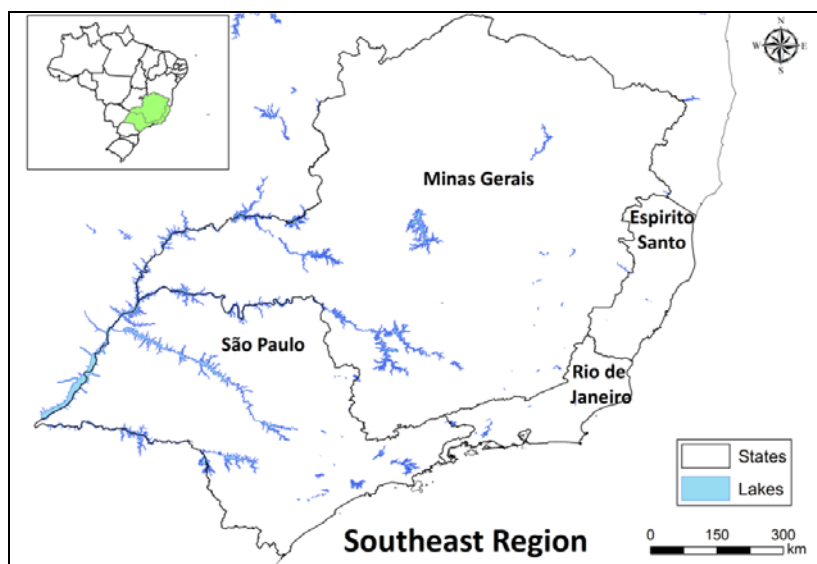


Figure 3.4 Região selecionada no Sudeste do Brasil

O FVC foi calculado usando a equação 1, seguindo Jiménez-Munhoz et. al. (2005), veja também a tabela 3.1. O LAI foi calculado segundo a equação 2, seguindo Norman et. al. (2003). O SSI foi calculado com a equação 3, seguindo Gao et. al. (2003). Não há referências para o cálculo do COMBVI, um índice recentemente desenvolvido, para o qual se usa a equação 4. Este índice combina DMP, NDVI e NDWI, colocando os últimos “quase” na mesma escala que o DMP. A Figura 3.2 mostra a metodologia adotada.

Número da Equação	Equação usada
Eq1	$FVC = 1.1101 * NDVI - 0.08577$
Eq2	$LAI = -2 * \ln(1 - FVC)$
Eq3	$SSI = 3.175 * NDVI - 0.297$
Eq4	$COMBVI = DMP + 10 * NDVI + 10 * NDWI$

Tabela 3.1 Conjunto de Equações Usadas

3.4. Coleta e Pré-processamento de dados

Antes de iniciar o trabalho com os dados, abra o ILWIS, assegure-se de que a caixa de ferramentas GEONETCast esteja instalada e navegue para o seu diretório de trabalho ativo. Os passos de pré-processamento a seguir visam minimizar o tamanho da amostra de dados e o tempo de processamento necessário. A descrição dos vários passos (Capítulos 3.4.1 e 3.4.3) é dada como referência, e aplicada às séries de dados brutos de NDVI, NDWI e DMP, derivadas do instrumento de SPOT Vegetation.

3.4.1. Pré-processamento, passo 1

Precesse os dados de GEONETCast – DevCoCast, usando o menu “GNC-Toolbox” do ILWIS. O mesmo procedimento pode ser realizado usando rotinas de “batch looping”. Este procedimento também é descrito.

3.4.1.1. Importando arquivos brutos para o ILWIS, usando o menu “GLC- Toolbox”

Simplemente coloque todos os arquivos brutos em um diretório e especifique o caminho até este diretório usando o Navegador no ILWIS. Daí em diante, no “Operation- Tree” selecione “Geonetcast” e “Toolbox”. Escolha então a fonte dos dados, a região e, por fim, o produto desejado. Observe que você deve configurar, (“Configure”), os arquivos, (“Folders”) disponíveis no menu “GNC-Toolbox” e especificar corretamente o “Input Directory” e o “Output Directory”. Os arquivos originais do Vegetação - SPOT para a América do Sul obedecem a uma convenção de nomes, como: “V2KRNS10_20090101_NDVI_S-America.ZIP”. Usando o “GNC – Toolbox”, apenas o campo de data, “Date” precisa ser especificado segundo o formato exigido (aaaammdec). A Figura 3.3. mostra o menu “Toolbox” em detalhes.

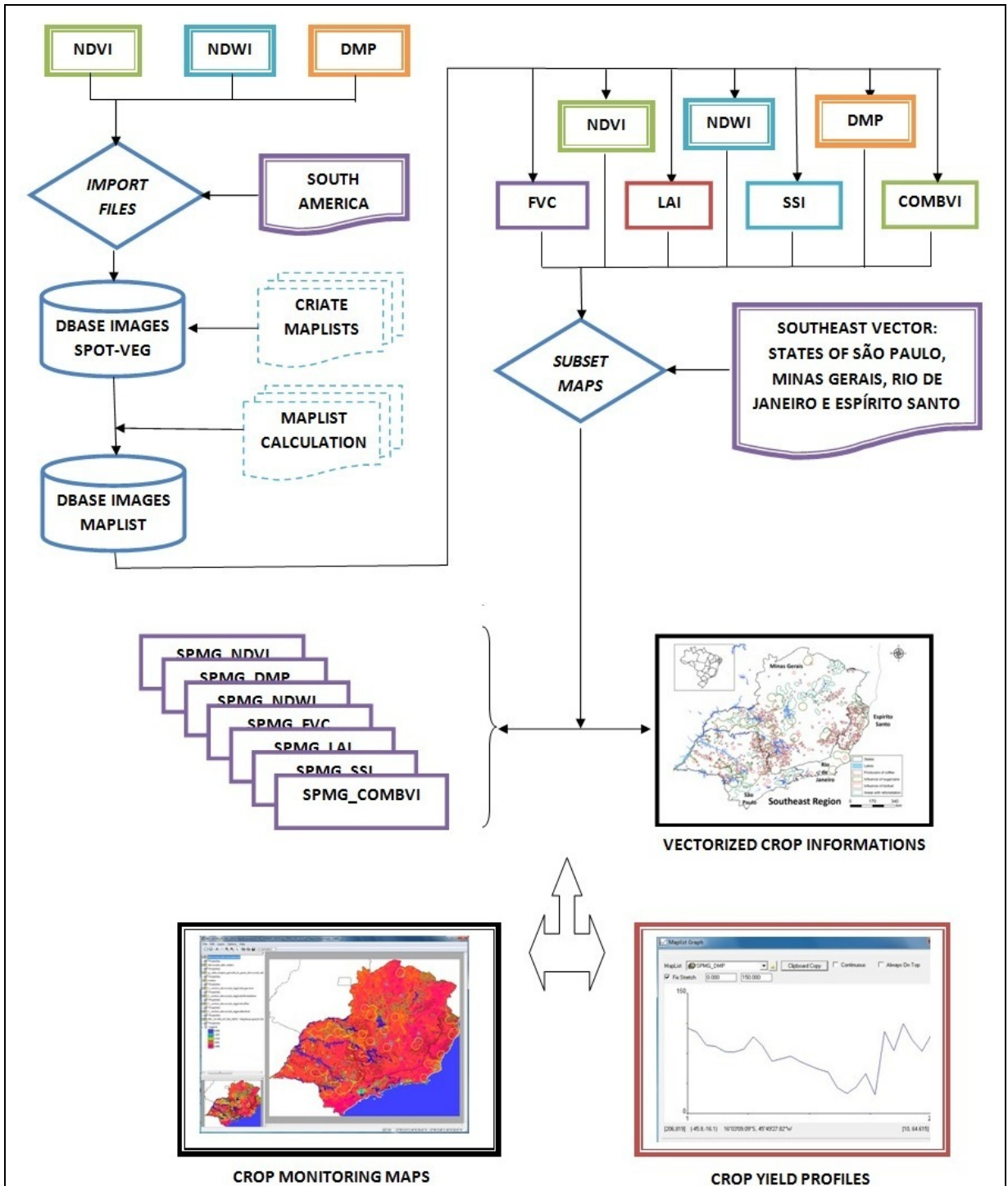


Figura 3.2 Metod. p/ Monitoramento de produtividade de culturas usando índices do SPOT-VEGETATION

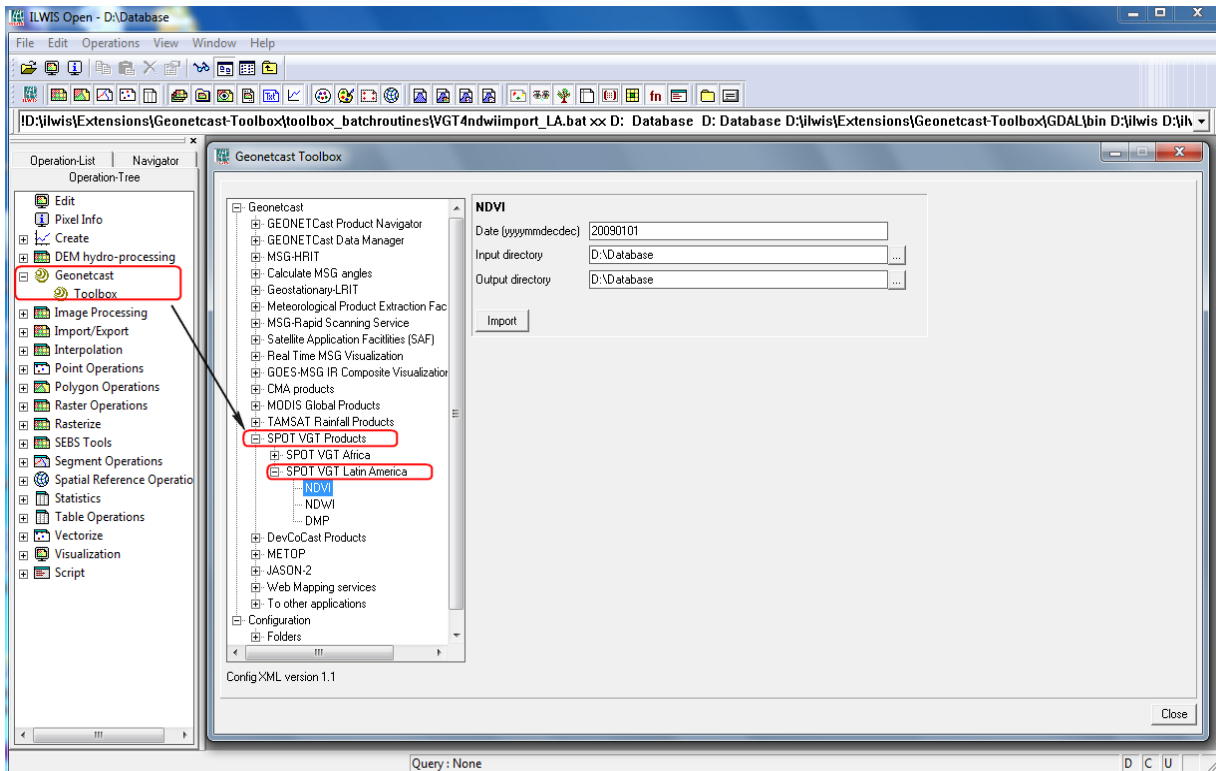


Figura 3.3 Menu do GNC-“Toolbox” para importar produtos do SPOT VGT para a América Latina

3.4.1.2. Importando várias imagens usando rotinas de “batch looping”

É possível adaptar o comando de importação de grupos de arquivos do ILWIS, localizado no diretório “Extensions\Geonetcast\Toolbox\Toolbox_Batchroutines”, veja também a figura 3.4. Use o seu “Windows Explorer” para navegar nesta pasta, localizada dentro do diretório principal do ILWIS. Há numerosos lotes de arquivos (batch files) para importação de dados transferidos por GEONETCast para o formato ILWIS, usando comandos simples de MSDOS.

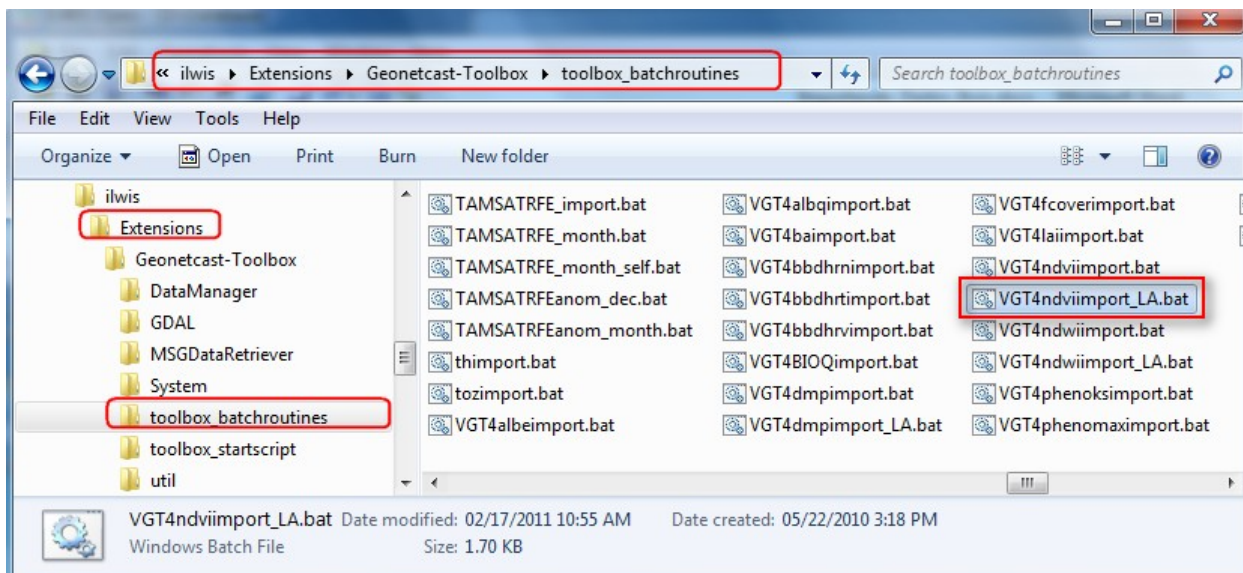
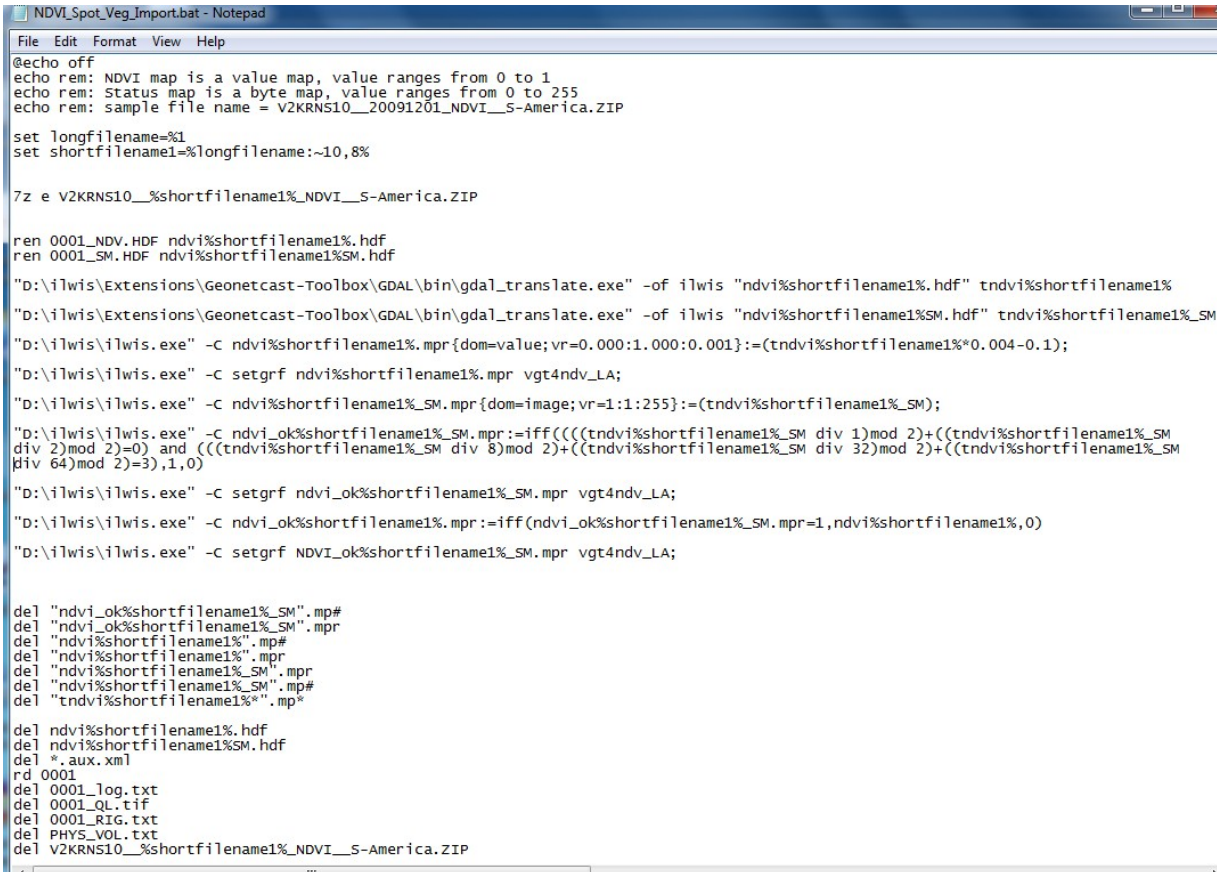


Figura 3.4 O Diretório da rotina de “batch” do GNC-Toolbox

Para obter os detalhes do formato bruto dos dados, são necessárias informações de meta-dados. Usualmente, esta documentação também contém informações sobre correção – conversão de parâmetros e a geometria utilizada. Com

esta informação pode-se desenvolver uma rotina de importação para o propósito desejado. Veja, na Figura 3.5, um exemplo para importar dados gerados a partir do NDVI do Vegetação SPOT para a região da América Latina. Essa batch routine está adaptada à importação regular quando se usa o menu. Aqui o mapa de status é também aplicado.



```

NDVI_Spot_Veg_Import.bat - Notepad
File Edit Format View Help
@echo off
echo rem: NDVI map is a value map, value ranges from 0 to 1
echo rem: Status map is a byte map, value ranges from 0 to 255
echo rem: sample file name = V2KRNS10_20091201_NDVI__S-America.ZIP

set longfilename=%1
set shortfilename1=%longfilename:~-10,8%

7z e V2KRNS10_%shortfilename1%_NDVI__S-America.ZIP

ren 0001_NDV.HDF ndvi%shortfilename1%.hdf
ren 0001_SM.HDF ndvi%shortfilename1%SM.hdf

"D:\ilwis\Extensions\Geonetcast-Toolbox\GDAL\bin\gdal_translate.exe" -of ilwis "ndvi%shortfilename1%.hdf" tndvi%shortfilename1%
"D:\ilwis\Extensions\Geonetcast-Toolbox\GDAL\bin\gdal_translate.exe" -of ilwis "ndvi%shortfilename1%SM.hdf" tndvi%shortfilename1%_SM
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c ndvi%shortfilename1%.mpr {dom=value;vr=0.000:1.000:0.001}:(tndvi%shortfilename1%*0.004-0.1);
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c setgrf ndvi%shortfilename1%.mpr vgt4ndv_LA;
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c ndvi%shortfilename1%_SM.mpr {dom=image;vr=1:1:255}:(tndvi%shortfilename1%_SM);
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c ndvi_ok%shortfilename1%_SM.mpr:=iff(((tndvi%shortfilename1%_SM div 1)mod 2)+((tndvi%shortfilename1%_SM
div 2)mod 2)=0) and (((tndvi%shortfilename1%_SM div 8)mod 2)+((tndvi%shortfilename1%_SM div 32)mod 2)+((tndvi%shortfilename1%_SM
div 64)mod 2)=3),1,0)
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c setgrf ndvi_ok%shortfilename1%_SM.mpr vgt4ndv_LA;
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c ndvi_ok%shortfilename1%.mpr:=iff(ndvi_ok%shortfilename1%_SM.mpr=1,ndvi%shortfilename1%,0)
"D:\ilwis\ilwis.exe" -c setgrf NDVI_ok%shortfilename1%_SM.mpr vgt4ndv_LA;

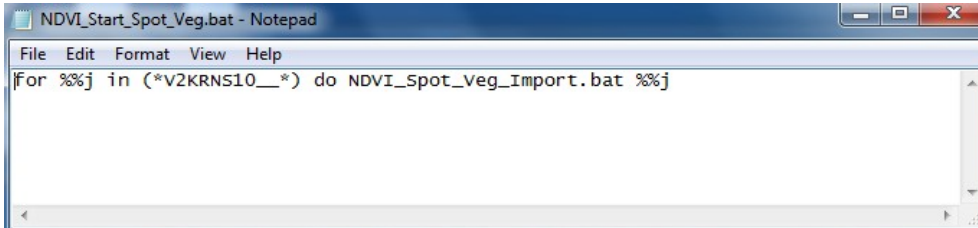
del "ndvi_ok%shortfilename1%_SM".mp#
del "ndvi_ok%shortfilename1%_SM".mpr
del "ndvi%shortfilename1%".mp#
del "ndvi%shortfilename1%".mpr
del "ndvi%shortfilename1%_SM".mpr
del "ndvi%shortfilename1%_SM".mp#
del "tndvi%shortfilename1%".mp#

del ndvi%shortfilename1%.hdf
del ndvi%shortfilename1%SM.hdf
del *.aux.xml
rd 0001
del 0001_log.txt
del 0001_QL.tif
del 0001_RIG.txt
del PHYS_VOL.txt
del V2KRNS10_%shortfilename1%_NDVI__S-America.ZIP

```

Figura 3.5 SPOT VGT NDVI arquivo batch de importação para a América Latina

A medida que novos dados precisem ser importados para gerar uma série temporal dos produtos, uma nova “batch file” pode ser criada, como indicado na figura 3.6, usando uma rotina de loop do tipo “FOR” e “DO”. Neste exemplo todos os produtos com um nome de arquivo consistindo de “*V2KRNS10_*” **will be taken** (serão usados?) e o “NDVI_SPOT_Veg_import.bat” (veja a figura 3.5) será executado. Note que o caminho para a **batch file** a ser executada precisa ser corretamente definido, aqui se assume que todos os dados estão situados no mesmo diretório



```

NDVI_Start_Spot_Veg.bat - Notepad
File Edit Format View Help
for %%j in (*V2KRNS10_*) do NDVI_Spot_Veg_Import.bat %%j

```

Figura 3.6 Procedimento batch For – Do loop

Tendo selecionado a serie temporal de produtos brutos de NDVI de Vegetação SPOT, pode-se simplesmente executar a “batch routine” ‘NDVI_Start_SPOT_Veg.bat’ (figura 3.6), que por sua vez irá rodar a rotina principal de importação (“NDVI_SPOT_Veg_import.bat”, veja figura 3.5). Note que o ILWIS não precisa estar ativo, já que agora é operado a partir do “prompt” de comandos do MSDOS. Manipular assim os dados importados facilita a construção eficiente de uma série temporal. A Figura 3.7 mostra uma tela com a saída da rotina de importação,

quando esta está ativa. Os procedimentos de importação podem ser adaptados a cada conjunto de dados utilizado, basicamente pela configuração destas rotinas “batch” de importação.

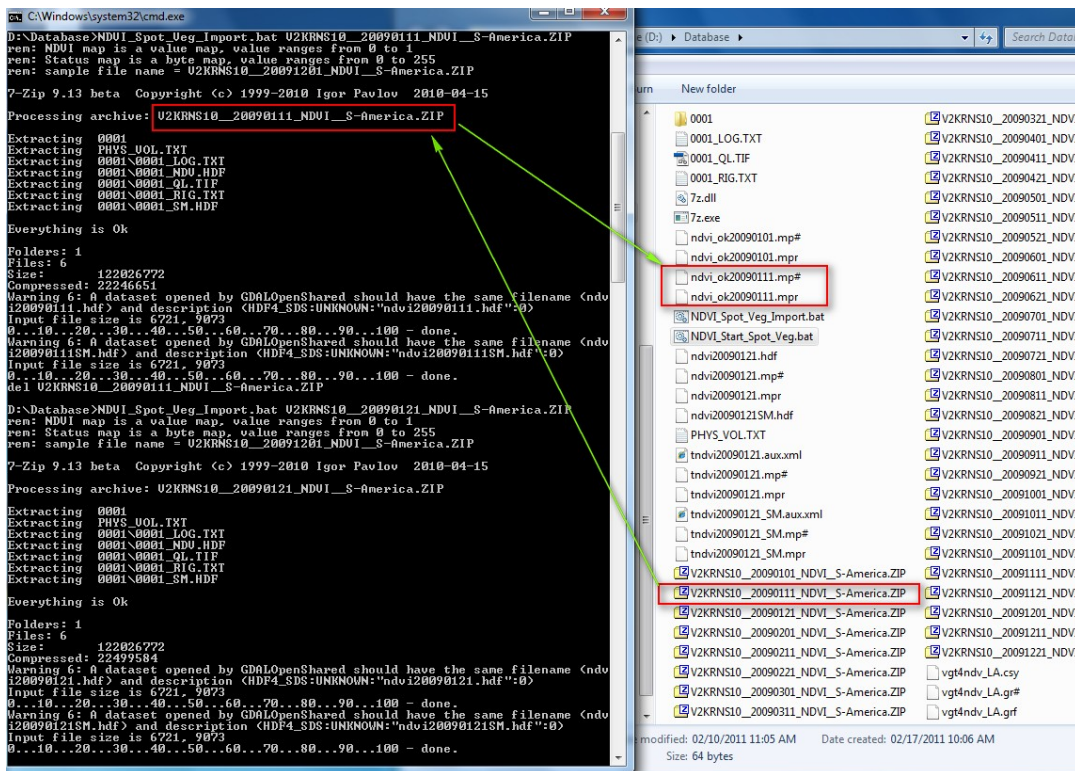


Figura 3.8 NDVI S10 Rotina de importação da Informação de Tela

3.4.2. Pré-processamento, passo 2

O próximo passo é criar uma lista de mapas contendo os arquivos importados. Do menu ILWIS, use a opção “Create” e selecione “Map List”. Selecione então os arquivos que serão parte da lista.

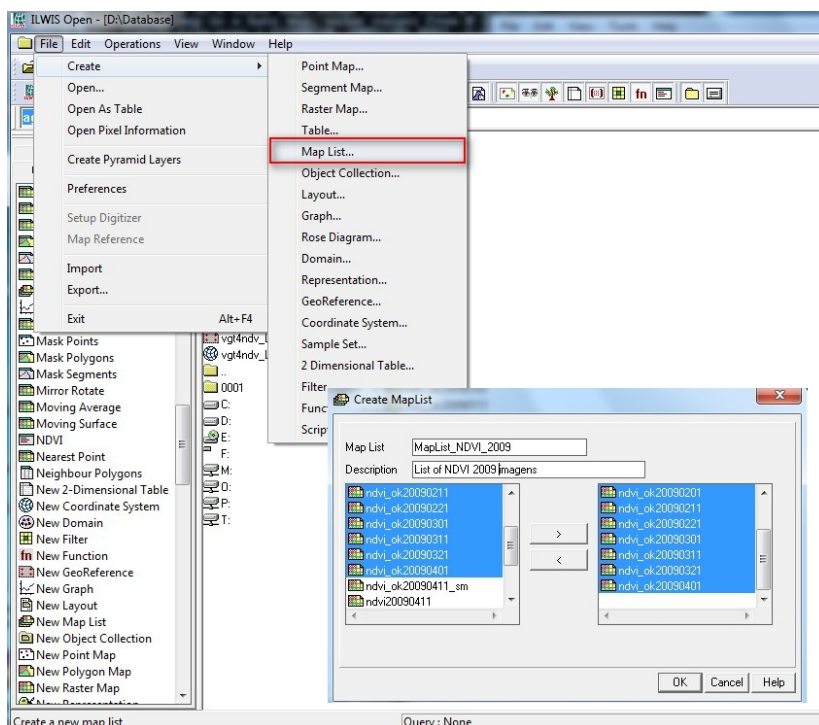


Figura 3.8 Criando uma Lista de MAPAS

3.4.3. Pré-processamento, passo 3

Para criar sub-mapas para a sua região de interesse (region of interest, ROI), a partir das listas de mapas, você deve preparar e selecionar a referência espacial com as suas fronteiras de ROI. A lista de mapas pode ser subsequentemente re-amostrada. A partir do menu principal de ILWIS vá para ‘Operations > Spatial Reference Operations > Raster > Resample > Resample Map’. Ao pressionar “Show”, a “Map List” será novamente amostrada. Note que vários métodos de re-amostragem “Resample Methods” podem ser utilizados. Aqui, método “Bicubic” é selecionado.

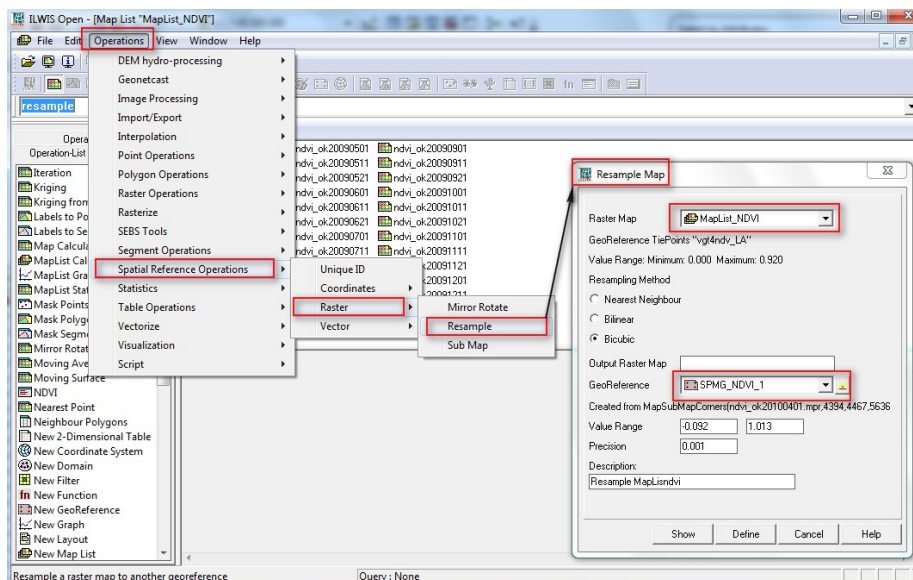


Figure 3.8 Reamostrando uma lista de Mapas

3.5. Cálculo dos Diversos Índices de Séries Temporais

Estão à sua disposição os sub mapas para as séries temporais de NDVI, NDWI e DMP, assim como vários arquivos de polígonos indicando as ROI, áreas cobertas por água e a máscara (mask) de cultivo regionalizada para Café, Cana de Açúcar, B combustíveis e Reflorestamento. Para prosseguir você calculará os demais índices, como indicado na tabela 3.1. A partir do menu de ILWIS, selecione “Operations”, “Raster Operations” and “MapList Calculation”. Insira a formula como indicado na Figura 3.9, idêntica à equação 1, agora aplicada apenas se o valor de NDVI for maior do que 0. Se este não for o caso, o valor “ausência de dados” será retornado para o mapa de saída, aqui representado por “?”.

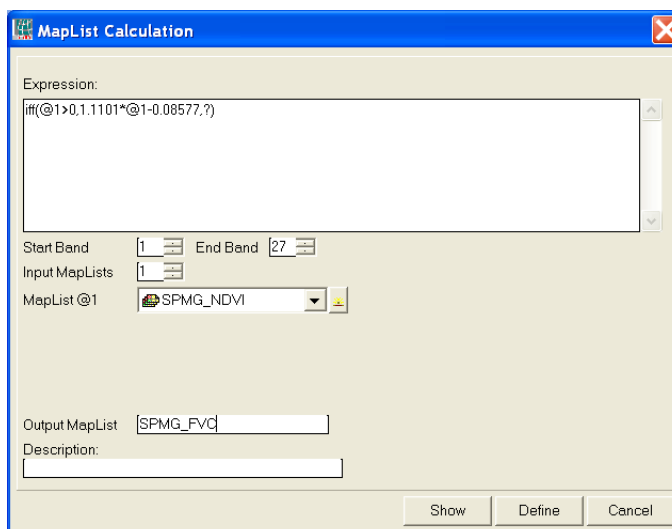


Figure 3.9 Cálculo da Lista de Mapas para derivar o FVC usando séries temporais do NDVI

Abra a recém calculada “Map List” e visualize o mapa “SPMG_FVC_1”, usando como representação (Representation) “fvc”. Note que este mapa representa a primeira dezena de abril de 2009! Todas as dezenas mais recentes receberam números seqüenciais mais altos. Mova, com o botão esquerdo do mouse pressionado, o cursor sobre a camada ativa do mapa. Você verá valores de “ausência de dados” representados por “?” e valores negativos devido ao método escolhido de re-amostragem. Para corrigir estes valores negativos uma nova lista de mapas pode ser calculada inserindo a equação a seguir diretamente na linha de comando do menu principal de ILWIS e pressionando “enter”:

```
SPMG_FVC_cor.mpl:=maplistcalculate("iff(@1>0,@1,?)",0,26,SPMG_FVC.mpl)
```

Visualize mais uma vez a primeira dezena de abril de 2009 desta recém calculada “Map List” e verifique se os resultados estão corretos, note que nas “Raster Map Display Options” os valores mínimos e máximos do mapa também são fornecidos! Calcule de maneira similar também os outros índices (equações 2 a 4, como indicado na tabela 3.1) e verifique os seus resultados. Corrija o mapa SSI de maneira idêntica à descrita acima. Visualize o mapa LAI calculado usando “Representation” “lai”, e os de SSI e COMBVI usando “Representation” “Pseudo”

```
SPMG_LAI.mpl:=maplistcalculate("iff(@1>0,-2*ln(1-@1),?)",0,26,SPMG_FVC_cor.mpl)
```

```
SPMG_SSI.mpl:=maplistcalculate("iff(@1>0,3.175*@1-0.297,?)",0,26,SPMG_NDVI.mpl)
```

```
SPMG_COMBVI.mpl:=maplistcalculate("@1+10*@2+10*@3",0,26,SPMG_DMP.mpl,
```

```
SPMG_NDVI.mpl,SPMG_NDWI.mpl)
```

3.6. Dados locais / regionais (in-situ)

O Sudeste do Brasil foi selecionado para ser monitorado usando dados (NDVI, NDWI e DMP) e índices derivados (FVC, LAI, SSI e COMBVI). Localizações regionalizadas de cultivos são também fornecidas para a região (figura 3.10).

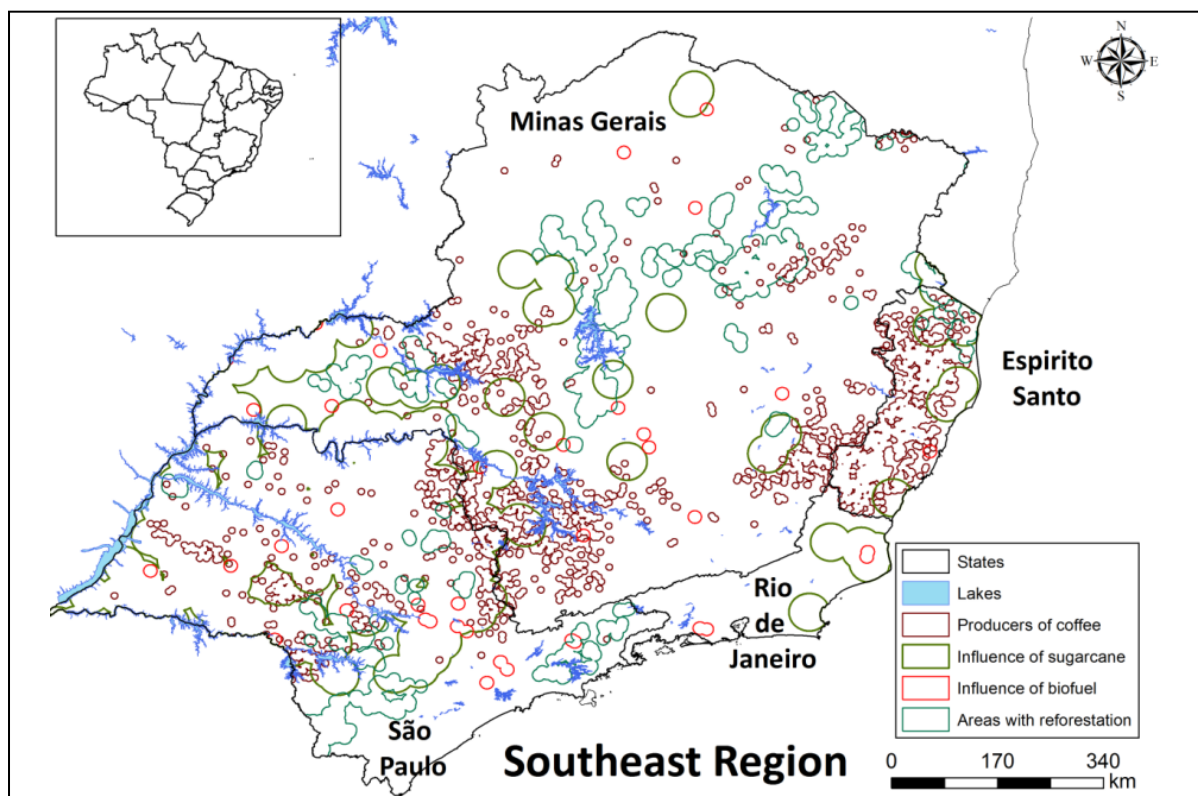


Figura 3.10 Dados locais de áreas com cana de açúcar, café, biocombustíveis, e reflorestamento nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, Sudoeste do Brasil

As áreas de cultivo de café estão baseadas em dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As designadas como de cultivo de cana estão definidas como uma zona de proteção (buffer) ao redor das instalações de processamento de cana, tendo um raio mínimo de 30km. A localização das unidades de processamento são georeferenciadas pela CONAB. Estas áreas de proteção (buffer) abrangem a maior parte do cultivo de cana da região. O mesmo procedimento foi aplicado para criar zonas de proteção (buffer) para os bicompostíveis. Para identificar áreas de reflorestamento foram empregadas técnicas estatísticas, como o desvio padrão, usando dados de NDVI de SPOT-Vegetation. Em torno das áreas identificadas foram também criadas zonas de “buffer”.

Visualize em uma nova janela o campo vetorial “G__Data_Shapes_Geoweb_BR_Graos_DevCoCast_SEBR”, mostrando as fronteiras administrativas. Selecione no menu da janela do mapa ativo as opções “Layers” e “Add Layer”, e selecione a camada “DevCoCast_SEBR_Waters”, como opções de visualização, ative “Boundaries Only” e pressione “OK”. Agora, selecione do menu principal da janela ativa de mapa “File” e “Open Pixel Information”. Arraste o curso sobre o mapa e note que a informação tabular é apresentada também. Feche a janela de “Pixel Information”. Agora adicione os vetores de “Bio Fuel”, “Reforestation”, “Coffee” e “Sugarcane”, usando a opção de visualização “boundary only”, aplicando uma “Boundary Color” diferente aos vários campos de vetores. Os seus resultados devem assemelhar-se aos da figura 3.10.

3.7. Combinando dados “insitu” com os de GEONETCast – DevCoCast

As series temporais, processadas e reamostradas, de índices do SPOT-Vegetation (NDVI, NDWI, DMP, FVC, LAI, SSI and COMBVI) para a região de interesse podem agora seguir sendo analisadas com o uso das máscaras de cultivo fornecidas, e perfis temporais das áreas agrícolas podem ser gerados para identificar o comportamento dos cultivos devido à variação climática e à sua influência.

Abra a “maplist” “SPMG_NDVI” e visualize o mapa “SPMG_NDVI_1”. Adicione a este mapa a camada de vetores contendo as localizações das áreas de café, chamada “F_Vectors_DevCoCast_RegProdCoffee” e use a opção “Boundaries” apenas para a exibição desta camada. A partir do menu principal do ILWIS, selecione “Operations > Statistics > MapList > MapList Graph”. Na janela gráfica do “maplist” selecione como “MapList” “SPMG_NDVI”, use um “fix stretch” de 0 a 1, ative as opções “Continuous” e “Always on top”. Ative a janela do mapa mostrando a camada aberta anteriormente “SPMG_NDVI”, e amplie o canto sudoeste do mapa, veja também a figura 3.11. Passe o cursor do mouse, com o botão esquerdo pressionado, sobre o mapa, e tente localizar o pixel da linha 769 e coluna 223. Note a série temporal de NDVI na janela gráfica.

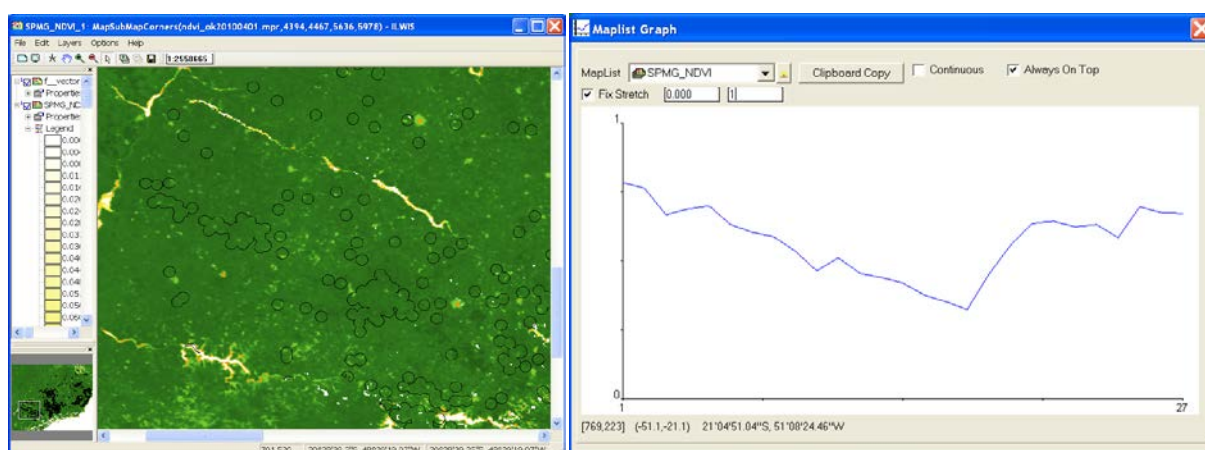



Figura 3.11 Mapa de NDVI com máscara de café e gráfico de séries temporais de um pixel

Deselecione a opção “Continuous” e selecione o pixel situado na linha 769 e coluna 223. Escolha a opção “Clipboard Copy”. Do menu principal do ILWIS selecione “File > Create > Table”, como nome da tabela digite “Coffee” e especifique que há “27” registros, pressione OK para criar a tabela.

A partir do menu da tabela, selecione “Columns > Add Column”, como “Column Name” especifique “NDVI” e para “Precision”, escolha 4 casas decimais digitando “0.0001”. Clique no cabeçalho de coluna “NDVI”, a coluna toda agora fica azul, cole os dados guardados na área de transferência para esta coluna. Crie também um algumas outras colunas, chamando-se de “DMP”, “NDWI”, “FVC_cor”, “LAI”, “SSI_cor” e “COMBVI” respectivamente, usando o mesmo número de casas decimais. Na janela de “Maplist Graph”, mude o “Maplist” para “SPMG_DMP”, deselectione a opção “Fix Stretch” e pressione a opção “Clipboard Copy”, cole os dados na tabela “Coffee”, sob a coluna “DMP”. Repita este procedimento até que as colunas tenham sido preenchidas com as séries de dados apropriadas. Os seus resultados devem assemelhar-se à tabela dada na Figura 3.12. Note que, no menu “Table”, a opção “View”, “Statistics Pane” pode ser ativada para obter um resumo estatístico das respectivas colunas.

	ndvi	ndwi	dmp	fvc_cor	lai	ssi_cor	combvi
1	0.7840	0.2400	109.51	0.7850	3.0700	2.1922	119.75
2	0.7640	0.2320	99.31	0.7620	2.8739	2.1287	109.27
3	0.6680	0.1760	70.71	0.6560	2.1329	1.8239	79.15
4	0.6880	0.1840	78.37	0.6780	2.2663	1.8874	87.09
5	0.7000	0.1600	95.12	0.6910	2.3508	1.9255	103.72
6	0.6320	0.1040	94.49	0.6160	1.9133	1.7096	101.85
7	0.6040	0.0800	76.92	0.5850	1.7577	1.6207	83.76
8	0.5880	0.0240	76.25	0.5670	1.6739	1.5699	82.37
9	0.5360	-0.0240	64.40	0.5090	1.4236	1.4048	69.52
10	0.4640	-0.0320	49.49	0.4290	1.1218	1.1762	53.81
11	0.5120	-0.0560	51.40	0.4830	1.3179	1.3286	55.96
12	0.4560	-0.0720	69.29	0.4200	1.0910	1.1508	73.13
13	0.4400	-0.0640	56.30	0.4030	1.0306	1.1000	60.06
14	0.4200	-0.0720	30.65	0.3800	0.9576	1.0365	34.13
15	0.3760	-0.0880	37.51	0.3320	0.8058	0.8968	40.39
16	0.3520	-0.1040	28.81	0.3050	0.7276	0.8206	31.29
17	0.3240	-0.1040	26.09	0.2740	0.6401	0.7317	28.29
18	0.4520	-0.0880	69.76	0.4160	1.0757	1.1381	73.40
19	0.5560	-0.0080	86.38	0.5310	1.5162	1.4683	91.86
20	0.6360	0.0320	86.98	0.6200	1.9365	1.7223	93.66
21	0.6440	0.0720	105.15	0.6290	1.9838	1.7477	112.31
22	0.6240	0.0960	112.85	0.6070	1.8675	1.6842	120.05
23	0.6320	0.1040	84.54	0.6160	1.9133	1.7096	91.90
24	0.5840	0.2320	60.17	0.5630	1.6535	1.5572	68.33
25	0.6960	0.1920	108.44	0.6870	2.3222	1.9128	117.32
26	0.6760	0.2240	98.06	0.6650	2.1852	1.8493	107.06
27	0.6720	0.1920	82.17	0.6600	2.1589	1.8366	90.81
Min	0.3240	-0.1040	26.09	0.2740	0.6401	0.7317	28.29
Max	0.7840	0.2400	112.85	0.7850	3.0700	2.1922	120.05
Avg	0.5733	0.0604	74.41	0.5507	1.6951	1.5233	80.75
StD	0.1257	0.1211	25.46	0.1396	0.6355	0.3993	27.46
Sum	15.4800	1.6320	2009.12	14.8690	45.7676	41.1300	2180.24

Figura 3.12 A Tabela resultante para o café contendo os valores de índices das séries temporais

Pressione o ícone Graph icon  no menu Table, deselectione o Eixo-X e, como eixo – Y selecione a coluna “ndvi”, pressione “OK”. No menu de gráfico à esquerda, deselectione a opção “Legend”. Clique duas vezes no item “ndvi” e, do menu “Graph Options – Graph from Columns”, selecione a opção “Line” e pressione “OK”, clique duas vezes em “Y-Axis left”, modifique o texto para: “ndvi, dnwi, fvc_cor, lai, and ssi_cor”, modifique a escala “Min-Max” de -1 para 4 e especifique o intervalo como 1, “Interval”:1, pressione “OK”. Clique duas vezes também em “Y-axis right”, modifique o texto para: “dmp and combvi”, mude a escala de “Min-Max” de 0 para 150 e especifique “Interval”:50. Ative o botão “Show Axis” e deselectione a opção “Show Grid”, pressione “OK”. Clique duas vezes no texto “ndvi” no topo do gráfico para especificar como “Graph Title”: “Coffee time series index response [location row-col 769,223]”.

Do menu “Graph”: selecione “Edit > Add Graph > From Columns”, selecione então: “dmp” e pressione “OK” para adicionar esta coluna. Clique duas vezes no item “dmp” na legenda da esquerda do menu do gráfico, mude para a opção de representação com linha e use a cor preta. Agora “Use Y-Axis” “Right” para definir a escala, note também na tabela que o intervalo de valores dos dados é completamente diferente para o dmp e o cmbvi. Pressione OK para ver a nova série temporal de dmp no gráfico. Repita este procedimento até que todas as colunas tenham sido adicionadas, mude o eixo do cmbvi para eixo-Y à direita; para os outros, um eixo-Y à esquerda pode ser usado. O seu gráfico resultante deve assemelhar-se ao gráfico no topo à esquerda da figura 3.13.

Repita o procedimento descrito acima e prepare uma tabela e um gráfico para cana de açúcar (pixel linha – col 381, 1414), bio combustíveis (pixel linha – col 127, 1063) e reflorestamento (pixel linha – col 227, 1155). Você pode copiar a já criada tabela do café, para uma nova tabela chamada cana de açúcar “sugarcane”, selecionando a tabela “coffee” (clique sobre ela uma vez usando o botão esquerdo do mouse, e do menu principal ILWIS selecione “Edit > Copy Object to” e selecione a opção “New Name”, neste caso use como nome “Sugarcane”). Abra a tabela “sugarcane” e os dados podem ser coladas da área de transferência para as várias colunas.

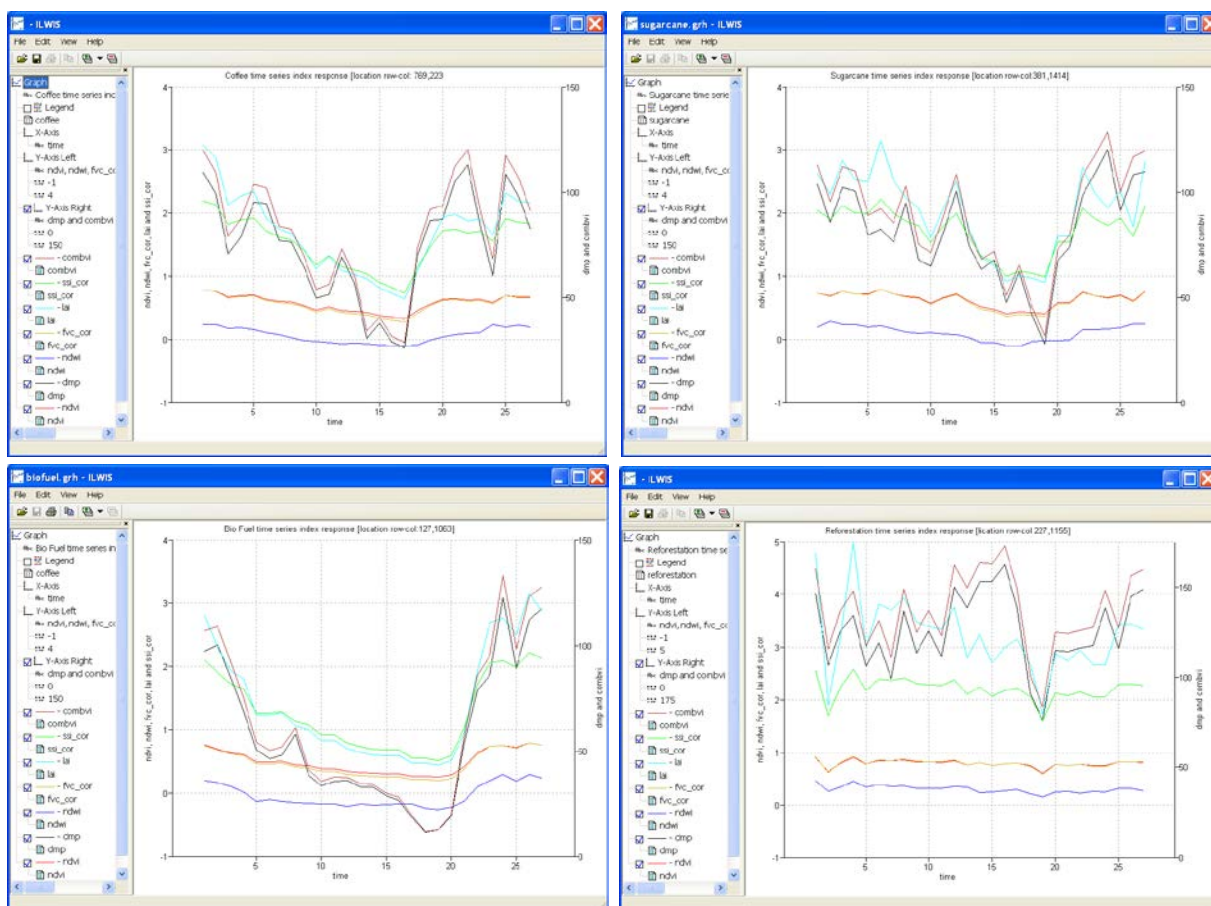


Figure 3.14 Gráficos de Séries Temporais de cana de açúcar, bio combustível, e reflorestamento

Fica claro que os cultivos selecionados e o reflorestamento têm diferentes respostas temporais quando se usam os vários índices. Deve-se perceber que há notórios picos e baixas (dips) vales? nas séries temporais, que podem exigir passos adicionais de filtragem, já que esta resposta poderia estar relacionada ao pré-processamento dos dados. Pode-se então prosseguir na análise dos gráficos, isto deve ser feito com um bom conhecimento do calendário dos cultivos e a resposta normal (média) que se espera em função dele. Desvios podem ser facilmente identificados, tanto positivos (bom desempenho dos cultivos) quanto negativos (estresses durante o desenvolvimento dos cultivos). Outras informações climatológicas podem ser usadas para este propósito.

3.8. Conclusões

Este exercício mostra a habilidade e o potencial de utilização dos dados difundidos via GEONETCast para o desenvolvimento de um sistema de monitoramento baseado em informações de satélite e locais. De forma análoga, esta informação pode ser amplamente explorada e os resultados podem ser aplicados a vários setores, fornecendo dados que podem ser usados para quantificar parâmetros bioclimáticos e monitorar a sua evolução no tempo e no espaço, assim constituindo uma importante fonte de informação.

REFERENCES

- Bartholomé, E. (Editor)(2006): VGT4Africa User Manual. EUR 22344 EN, Luxembourg, European Communities.
- Gao, F., C.B. Schaaf, A.H. StrahleR, Y. Jin, & X. Li. (2003): Detecting Vegetation Structure Using a Kernel-based BRDF model. *Rem. Sens. Environ.*, 86, 198–205, 2003.
- Jiménez-Muñoz, J. C., J. A. Sobrino, L. Guanter, J. Moreno, A. Plaza, and P. Martínez (2005): Fractional Vegetation cover estimation from PROBA/CHRIS data: Methods, analysis of angular effects and application to the land surface emissivity retrieval, in *Proc. 3rd Workshop CHRIS/Proba*, Frascati, Italy, 2005. CD-ROM.
- Norman, J.M.; Anderson, M.C.; Kustas, W.P.; French, A.N.; Mecikalski, J.; Torn, R.; Diak, G.R.; Achmugge, T.J. (2003). Remote Sensing of Evapotranspiration for Precision-Farming Applications. In: *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2003, Toulouse. Proceedings. IGARSS 2003 – Organizing Committee, p. 21-25.