

Uso da geotecnologia para o mapeamento da cultura do café na microrregião de Ariquemes no Estado de Rondônia.

Gisele Martins Amaral¹
André Luiz Farias de Souza¹
Társis Rodrigo de Oliveira Piffer¹
Allana de Oliveira Sousa¹
Erivanda Carvalho dos Santos¹
Leandra Maria Macêdo de Souza¹
Clóvis Campos de Oliveira¹

¹ Companhia Nacional de Abastecimento - Conab/GEOTE
Caixa Postal 08582 – 70390010 – Brasília – DF, Brasil
{giseledifferent, andrelfsouza}@gmail.com
tarsis.piffer@conab.gov.br
allana1805@gmail.com
{erivandas, lecamms}@yahoo.com.br
clovis.oliveira@conab.gov.br

Abstract. The Ariquemes County, at Rondônia State is a great coffee producer with 33,097 hectare, according by IBGE (2009). This region is a second most representative from East of State. This culture was introduced at the early 1970's decade. For now, coffee represents the most important agriculture product. Satellite images with geoprocessing support and low cost of operation show faster results with reasonable precision and accuracy. The present work has intend to show the coffee crop mask made to Ariquemes county on Rondonia State in North Region of Brazil. This crop mapping was consisted in recognizing coffee areas through the visual interpretation on Landsat-5/TM images using ArcGIS and Google Earth softwares and georeferenced points with coffee producers. The result using visual image interpretation with medium and high resolution images available at Google Earth and Landsat TM images, plus georeferenced points provides a coffee heterogenic comprehension of crop spectral properties. Besides, other factors has to task difficult as relief variation, crop age, similar spectral answer to other crops, as intercropping areas. The coffee crop presented a very complex spectral response by the existence of different crop systems, operations and, mainly, intercropping. The use of geoprocessing techniques was considered feasible for mapping the coffee region of Ariquemes county Rondônia State, where has been recorded an extension of 22,384.70 hectare of coffee crop.

Palavras-chave: Remote sensing, geoprocessing, agriculture, sensoriamento remoto, geoprocessamento, agricultura.

1. Introdução

Atualmente o Brasil é o maior produtor agrícola mundial de café e o maior exportador, sendo que na safra 2010, registrou-se uma produção de 2.831.934 toneladas em grão, segundo informações da Terceira Estimativa da Safra de Café 2010, divulgada pela CONAB em setembro/2010. A produção de café arábica se concentra nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, enquanto o café robusta é plantado principalmente no Espírito Santo e Rondônia, este último se destacando como o maior produtor da região amazônica.

Entretanto, para se quantificar a produção das culturas agrícolas, é imprescindível que haja metodologias de estimativa de área plantada consistente e capaz de acompanhar a dinâmica do espaço agrícola brasileiro.

O sensoriamento remoto, com o uso de imagens de satélite de média e alta resolução, é uma ferramenta que apresenta potencial para auxiliar nessa tarefa de monitorar e estimar culturas agrícolas através de técnicas de geoprocessamento. Leonardi (1990) ressalta que o

sensoriamento remoto é uma ferramenta potencial para a aquisição de informações relativas à cafeicultura, devido a seu caráter multiespectral, multitemporal, cobertura espacial e relativo baixo custo, quando comparado a outros métodos.

Segundo Moreira et al. (2004), as características das lavouras de café, embora apresentem alterações no comportamento espectral devido a fatores como idade da cultura, espaçamento, época do ano, cultivar, topografia do relevo, sistema de cultivo e tratos culturais, pode ser identificada e mapeada em imagens de satélites com razoável precisão, desde que existam informações complementares sobre a cultura, quer seja de levantamentos subjetivos ou de técnicos que trabalham no local de interesse.

Ainda no contexto de uso de imagens para mapeamento de lavouras de café, Crosta (1992) comentou que esses dados podem ser obtidos de duas formas: via interpretação visual e através de algoritmos de classificação, sendo que este último pode ser realizado através do processo pixel a pixel ou por extração de regiões homogêneas.

De acordo com as considerações feitas, este trabalho teve como objetivo o mapeamento de lavouras de café na microrregião de Ariquemes, no Estado de Rondônia, através do uso de geotecnologias, com o intuito de estimar a área cultivada com café em 2009 e facilitar o seu monitoramento, agregando informações às demais metodologias de levantamento de safra. Assim, este trabalho é inédito tendo em vista que até o presente momento não há mapeamento deste tipo de lavoura para o estado de Rondônia.

2. Metodologia de trabalho

A microrregião de Ariquemes, no estado de Rondônia constitui um parque cafeeiro de 33.097 ha, segundo dados do (IBGE) de 2009, destacando-se como a segunda microrregião mais representativa do Leste Rondoniense. A introdução da cultura ocorreu na década de 1970 com variedades arábica – que deram lugar a cultivares robusta, por serem mais adaptadas às condições agroecológicas da região. Atualmente, o café é o principal produto agrícola do Estado.

O clima predominante segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar, durante o mês mais frio, superior a 18°C (megatérmico), e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índices pluviométrico inferiores a 50 mm/mês. A média anual da temperatura do ar gira em torno de 24°C e 26° C, com temperatura máxima entre 30°C e 34°C, e mínima entre 17° C e 23°C. A precipitação média anual varia entre 1.400 e 2.500 mm. (Fonte: SEDAM - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental).

Para o mapeamento das lavouras, foram selecionadas imagens do sensor Landsat TM - 5 em formato digital fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram obtidas três (3) cenas, que recobrem a microrregião de Ariquemes, datadas entre junho e agosto de 2009, correspondentes ao período com menor interferência de nuvens.

No período entre outubro a março, destaca-se a fase reprodutiva da cultura, por tanto a de maior vigor vegetativo e com a máxima atividade fotossintética, ideal para adquirir imagens de satélites para fins de mapeamento. Todavia, nesta época cultivam-se outras culturas agrícolas, o que contribui para a maior probabilidade de erro no mapeamento devido à semelhança espectral entre as diferentes espécies vegetais. Por essa razão, Moreira et al. (2004) destacou a importância do uso de imagens obtidas no período seco, que ocorre entre os meses de junho e setembro, pois nesta época do ano o contraste espectral do café e de outros alvos é bastante realçado, mesmo que a colheita tenha sido efetuada e provocado derriça de folhas.

As imagens adquiridas foram de média resolução espacial (pixel de 30 m), entretanto, através de técnicas de restauração foi possível melhorar a qualidade da imagem degradada e

também gerar imagens com melhor resolução espacial efetiva. As cenas obtidas para o mapeamento da Microrregião de Ariquemes foram restauradas, individualmente, para alcançar melhor qualidade no mapeamento das áreas de café. Os parâmetros utilizados na restauração são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros para restauração de imagens *Landsat*.

Bandas	EIFOV (x)	EIFOV (y)
Banda 3	37.40	33.42
Banda 4	39.16	34.74
Banda 5	34.56	34.74

Fonte: Boggione e Fonseca (2003)

Após a restauração realizou-se a composição RGB assumindo a banda 3 como o canal azul, a banda 4 no vermelho e a banda 5 no verde, permitindo maior contraste da vegetação e melhor identificação da cultura do café nas imagens Landsat. Em seguida, as imagens foram georreferenciadas, por meio do software ENVI, onde se adotou imagens Geocover Landsat TM 5 como base e admitiu-se um erro RMS menor que 2. Concluída a etapa de georreferenciamento, as imagens sofreram a conversão da projeção, passando de UTM para Policônica, ideal para bases cartográficas em escalas pequenas, além de manter a forma dos alvos.

Com o tratamento das imagens finalizado, o mapeamento das áreas de café foi realizado por meio de interpretação visual das lavouras e a da delimitação das áreas por polígonos através do software ArGIS em cada cena Landsat. Em termos de tecnologia e procedimentos, destacou-se o desenvolvimento de um método de análise de imagem, o qual consistiu em combinar o uso de um pacote computacional de sistema de informações geográficas (Software ArcGIS) e o mapeamento visual com o auxílio de imagens de média e alta resolução disponibilizadas no Google Earth. Deste modo, as imagens do Google Earth serviram de acessório para a interpretação da verdade terrestre, uma vez que estas permitiram maior ampliação de escala para a identificação das áreas de café.

Após o mapeamento, foram adquiridos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ano base - 2006) pontos georreferenciados em estabelecimentos produtores de café, para a realização de possíveis ajustes e correções nas áreas mapeadas. Como os pontos dizem respeito às propriedades, e não necessariamente às lavouras, foi considerado um buffer de 5 km em torno de cada ponto georreferenciado.

Os ajustes do mapeamento foram feitos por uso de geotecnologias. Conceitua-se como geotecnologias o conjunto de tecnologias para a aquisição, processamento, interpretação e disponibilização de dados ou informações espacialmente referenciadas. Estas são compostas por soluções em hardware e em software, que juntos constituem em poderosas ferramentas para tomada de decisão. Assim, os ajustes consistiram basicamente na comparação dos buffers com o mapeamento baseado em imagens de satélite. Esse recurso pode ainda ser aprimorado com a validação em campo, para que se possa alcançar um resultado mais expressivo.

A realização do trabalho de mapeamento foi feita nas dependências da Gerência de Geotecnologia da Companhia Nacional de Abastecimento (GEOTE/CONAB).

3. Resultados e Discussão

Como resultado primordial, pode-se observar na Figura 1, a delimitação das áreas de café por meio de polígonos construídos no software ArcGIS, como exemplo, do município de Alto Paraíso. Durante a fase de interpretação das imagens de satélites, observou-se que o

comportamento espectral do café, quando bem conduzido, na microrregião de Ariquemes, expressou uma tonalidade avermelhada, a qual variou em função do índice de área foliar da lavoura.

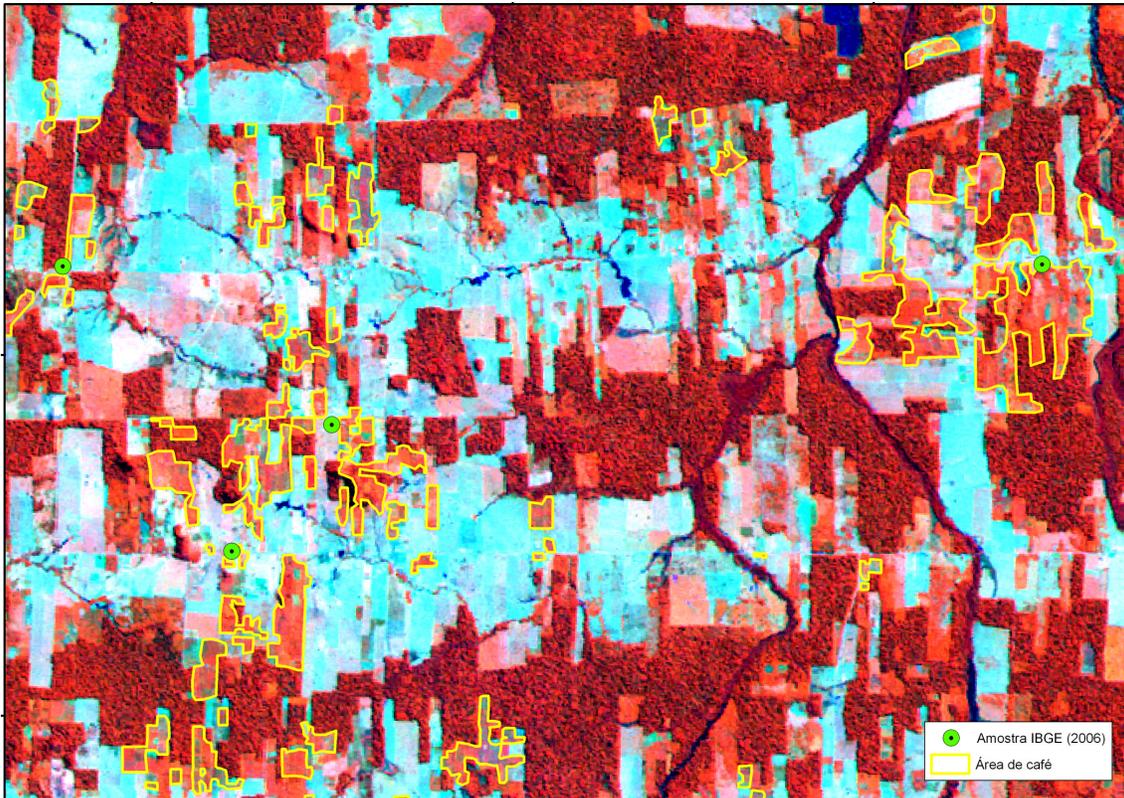


Figura 1: Interpretação de imagens Landsat TM-5 no mapeamento do café da microrregião de Ariquemes, evidenciando o município de Alto Paraíso.

A diferença da gradação da resposta espectral do café encontra-se relacionada ao índice de área foliar da lavoura, a qual foi influenciada pelo sistema de plantio (tradicional, dobrado ou adensado), idade e derriça das folhas durante a colheita, manejo da poda, consórcio com outras culturas e uso de quebra-vento, como também ressaltado por Moreira et al. (2004) e Campos et al. (2009)

Além desses fatores, soma-se o fato do sistema de produção utilizado pela maioria dos produtores ser caracterizado pelo baixo uso de tecnologia e insumos, o que aumenta a variabilidade espectral - em função dos fatores relacionados ao manejo, ao baixo potencial genético das cultivares, ao fechamento dos cafezais (café adensado) e à ocorrência de plantas daninhas, pragas e doenças, dentre outros. No entanto, de modo geral, as lavouras estão estabelecidas em monocultivos, o que facilita a identificação. Apenas um pequeno percentual está consorciado com cacau, essências florestais e espécies frutíferas, notadamente nos estratos de 0-2 ha (pomares domésticos).

Analisando os pontos georreferenciados disponibilizados pelo IBGE, observou-se que alguns pontos não coincidiram ou puderam ser identificados, possivelmente por se tratarem de áreas muito pequenas ou em início do plantio. Isto comprometeu a identificação destes pontos com as imagens de média resolução.

Os resultados mostraram que as áreas mapeadas com café na microrregião de Ariquemes representaram aproximadamente 68% das áreas de café declaradas pelo IBGE. Este valor é um reflexo da aplicação de metodologias distintas, visto que, de um lado foram aplicadas

ferramentas de geotecnologia, e de outro, foi empregado o método tradicional de pesquisa subjetiva junto às fontes de informação. A Tabela 2 mostra a comparação de áreas mapeadas pela GEOTE/CONAB e divulgadas pelo IBGE.

Tabela 2: Estimativa da área de café na microrregião de Ariquemes no Estado de Rondônia.

Fonte	IBGE (Área total)	GEOTE¹(Área total)
Ano	2009	2009
Microrregião de Ariquemes	33.097,00 ha	22.384,70 ha

¹GEOTE, Gerência de Geotecnologia/CONAB: área estimada por uso de geotecnologias.

Na microrregião de Ariquemes-RO, o uso de geotecnologia permitiu identificar 67,63% da área total que foi divulgada pelo IBGE. Essa diferença pode ser explicada, primeiro, em função da metodologia adotada, onde a ferramenta de geoprocessamento caracteriza-se como método objetivo de obtenção de dados, isto é, a lavoura é identificada pontualmente, enquanto as estimativas realizadas por outras instituições (IBGE, EMATER, etc) partem de metodologias subjetivas, ou seja, por meio de preenchimento de questionários e fechamentos estatísticos. Portanto, é natural que se estime áreas distintas. Além disso, lavouras de café com idade até um ano e meio não foram perceptíveis nas imagens Landsat, pois não expressam um comportamento espectral típico do café. Os diversos manejos, os sistemas de cultivo, o consórcio com outras culturas e as possíveis interferências do relevo também podem ter prejudicado a identificação de áreas cultivadas com café, por influenciarem na resposta espectral das lavouras.

Outra dificuldade diz respeito à confusão do padrão espectral do café com outras culturas, principalmente, com a laranja, o limão, o eucalipto e a banana. Em alguns casos, as áreas de mata nativa e campo, próximos de áreas pequenas de café, em torno de três hectares, também podem ter causado alguma confusão.

Na Figura 2, pode ser visualizado o resultado do mapeamento de café por uso de geotecnologias na microrregião de Ariquemes-RO. Nota-se que a concentração do parque cafeeiro foi bem distribuída em toda a microrregião. Observa-se ainda, a associação entre este mapeamento e a área de produção de café derivada dos pontos amostrais georreferenciados fornecidos pelo IBGE.

Estes pontos foram coletados e utilizados na elaboração do Censo Agropecuário 2006 e representaram produtores rurais cujas informações foram levantadas e utilizadas no modelo amostral desenvolvido pela CONAB e o IEA (Instituto de Economia Agrícola de São Paulo), a partir do cadastro do IBGE. Devido à ausência de validação, a utilização desse parâmetro serve para mostrar que a área mapeada se encontra em regiões produtoras de café ou muito próximas. E outra questão que vale ressaltar é que os pontos representam apenas os produtores que foram sorteados para serem incluídos na amostra. Ou seja, nas regiões produtoras há mais produtores que os representados pelos pontos amostrais e por consequência, podem estar fora da área de influência derivada destas amostras. Desta forma, o mapeamento das lavouras de café mostra uma boa concordância com as áreas produtoras que foram coletados em campo. No entanto, como os pontos foram levantamentos em 2006, observou-se que em algumas áreas de abrangência (5 km) não foram mapeadas áreas de café, o que pode ter ocorrido também em função da erradicação de lavouras.

Contudo e devido às dificuldades mencionadas, a validação de campo se faz necessária para que as áreas mapeadas sejam validadas e corrigidas, e o uso de geotecnologias deve ser considerado método complementar e não excludente em estimativas de safra.

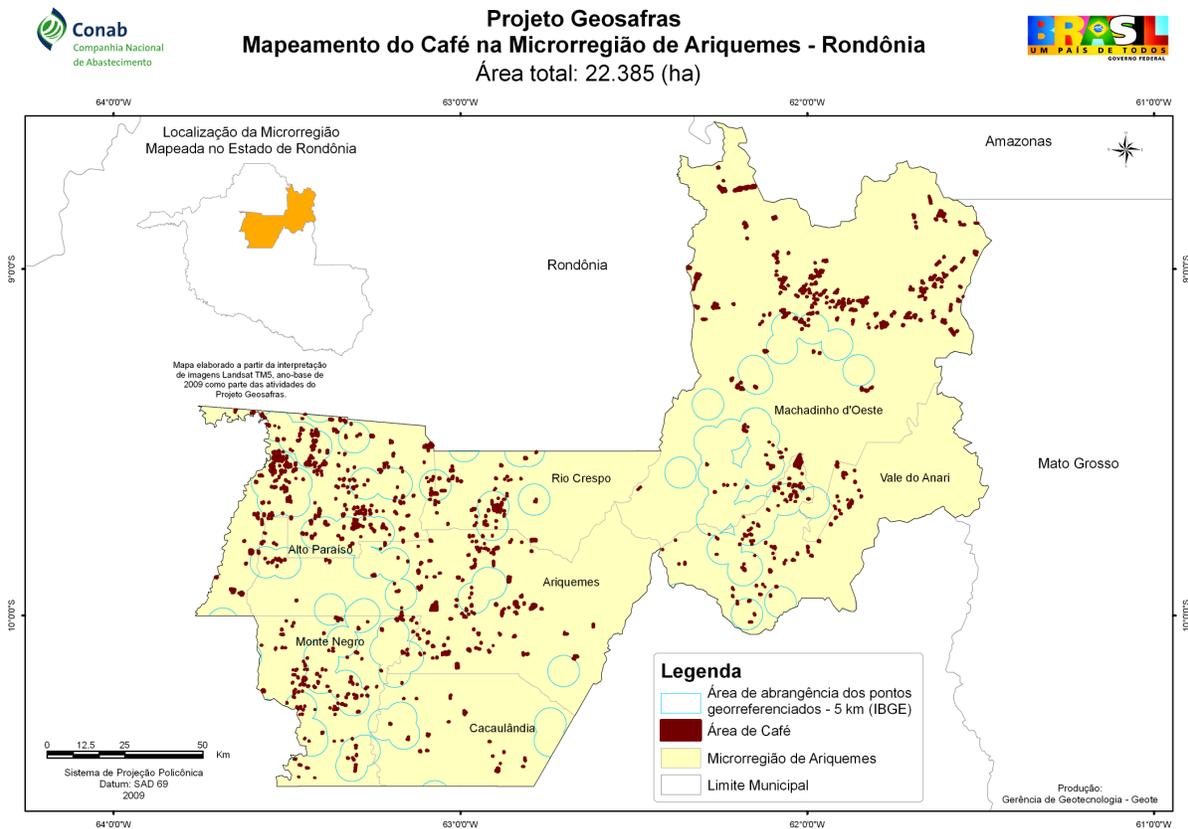


Figura 2: Mapeamento do parque cafeeiro da microrregião de Ariquemes, por uso de geotecnologias.

4. Conclusões

- Mesmo a resposta espectral do café sendo bastante complexa em razão dos diversos sistemas de cultivo e manejo, foi possível identificar áreas cultivadas com imagens de média resolução. A utilização de imagens com maior resolução espacial e espectral podem ser utilizadas no refinamento da técnica e no aprimoramento dos resultados.
- A aplicação de elementos de geotecnologias mostrou-se viável para o mapeamento do parque cafeeiro na microrregião de Ariquemes. Em nível estadual, este resultado é inovador, por não haver este tipo de informação. Além disso, este resultado pode ser útil em diversos tipos de aplicações, desde a quantificação e localização das lavouras ao monitoramento pelas condições agrometeorológicas e espectrais.
- Para esta microrregião de Ariquemes-RO, o mapeamento identificou uma área de café de 22.384,70 ha

Agradecimentos

Os autores agradecem à Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), por viabilizar o presente estudo, a toda equipe da Gerência de Geotecnologia (GEOTE), ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por fornecer pontos georreferenciados de estabelecimentos produtores, e à Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER-RO), por nos passar informações importantes a respeito da cultura.

Referências Bibliográficas

Boggione, G. A.; Fonseca, L.M.G. **Restoration of Landsat-7 Images**. National Institute for Space Research, São José dos Campos, SP, 12201-970, Brazil, 2003.

Campos, P. M.; Souza, A. L. F.; Silva, R. A. B.; Bilich, M. R.; Santana, M. H. Uso da geotecnologia para o mapeamento da cultura do café no município de Ribeirão do Pinhal – Paraná. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. 2009. p. 3629 – 3634. ISBN: 978-85-17-00044-7.

Crosta, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas – São Paulo: UNICAMP, 1992. 170 p.

Leonardi, L. **Influência de parâmetros culturais de cafezais sobre os dados TM/Landsat-5**. 1990. 141 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1190.

Moreira, M.A.; Adami, M.; Rudorff, B.F.T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.223-231, 2004.

Nunes, A. M. L.; Souza, F. de F.; Costa, J. N. M.; Santos, J. C. F.; Pequeno, P. L. de L.; Costa, R. S. C.; Veneziano, W. **Cultivo de Café Robusta em Rondônia**. Versão Eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustaRO/index.htm/>>. Acesso em: 25.out.2010.

Piffer, T. R. O.; Amaral, G.M.; Campos, P.M.; Silva, R.A.B. Mapeamento de áreas cultivadas. In: Companhia Nacional de Abastecimento. (Org). **Agricultura e Abastecimento Alimentar: políticas públicas e mercado agrícola**. Brasília: Conab, 2009. cap.4, p.312-317.

Pino, F. A. **Tendências em informações Agropecuárias**. Foz do Iguaçu, 2001. Palestra realizada no X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001.

Silva, M. J. G. **Climatologia do Estado de Rondônia**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/web/guest/Meteorologia/Climatologia/>>. Acesso em: 27.out.2010.

Strahler, A.H; Logan, T.L.; Bryant, N.A. Improving forest cover classification accuracy from Landsat by incorporating topographic information. In: International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE), 12., 1978, Michigan. Anais. Ann Arbor: **Environmental Research Institute of Michigan**. p. 927-942, V. II, 1978.