
IMAGENS TERMAIS ORBITAIS NA AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA EM ÁREAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS MEDIANTE ANÁLISE ORIENTADA A OBJETO.

ANYELLE DA CRUZ SANTOS
SELMA REGINA ARANHA RIBEIRO

Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.
{anyellenani, selmar.aranha}@gmail.com

RESUMO - Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de utilização de imagens termais orbitais, na avaliação da temperatura, em áreas de produção de grãos sob plantio direto, a partir de imagens do satélite Landsat 7 ETM+. Para tanto foram selecionadas duas cenas, a primeira correspondente ao mês de novembro de 2002 e segunda correspondendo ao mês de março de 2003. Para a comparação da avaliação da temperatura foram realizadas a composição colorida verdadeira falsa cor (5R, 4G, 3B) da cena, a imagem de temperatura ambiente e a segmentação multi-resolução. A segmentação foi processada nas duas cenas correspondentes a composição colorida verdadeira falsa cor e nas duas cenas de temperatura radiométrica. Constatou-se que o solo coberto, tanto com a cultura agrícola ou vegetação natural, apresentou temperaturas menos elevadas, a diferença de temperatura variou em até 4^o Celsius devido à diferença de cobertura do solo.

ABSTRACT - This study aims to evaluate the potential use of thermal images orbital in the evaluation of the temperature in areas of grain production under no-tillage, the images from the Landsat7 ETM +. The study selected two scenes, the first corresponding to the month of November 2002 and the second corresponding to the month of March 2003. To compare the evaluation of temperature were carried out false color composite true color (5R, 4G,3B) of the scene, the image of room temperature and multi-resolution segmentation. The segmentation was processed in two scenes corresponding to true color composite and false color in two scenes radiometric temperature. It was found that the soil covered with either a crop or natural vegetation, had lower temperatures, the temperature differenced up to 40 Celsius due to the difference in ground cover.

1 INTRODUÇÃO

Todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem, como vegetação, solo, rocha e água emitem radiação eletromagnética infravermelha termal na porção de 3,0 – 14 μm do espectro eletromagnético. Porém, nossos olhos não podem detectar diferenças sutis em energia infravermelha termal vinda de objetos do mundo real, porque nossos olhos são sensíveis apenas aos comprimentos de onda curtos da luz do visível de 0,39 – 0,70 μm .

No Sensoriamento Remoto (SR) a informação é representada sob a forma de imagem. A imagem é formada a partir da variação da intensidade da energia proveniente dos diferentes pontos da superfície. As imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento da imagem, denominado pixel, tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente (ASSAD, 1998). Em SR, a análise de imagens de satélite, permite uma compreensão da superfície terrestre auxiliando o acompanhamento de áreas urbanas, monitoração de áreas atingidas por erosão, análise de composição do solo, extração de feições cartográficas, dentre outras (PEDRINI & SCHWARTZ, 2008).

De modo que este trabalho tem como objetivos avaliar o potencial de utilização de imagens termais orbitais na avaliação da temperatura radiométrica em áreas de produção de grãos sob plantio direto e comparar as imagens do espectro reflectivo com o espectro emissivo. Para a delimitação da área de interesse nas duas cenas foi realizada segmentação multi-resolução. Em um primeiro momento o processo de segmentação representou um passo no sentido de preparar as imagens digitais para uma futura classificação temática, em uma segunda etapa a segmentação, principalmente a multi-resolução, passou a transformar a imagem em segmentos, onde os elementos analisados são regiões resultantes do agrupamento de “pixels”, especialmente próximos e com características espectrais e espaciais similares e, ainda proporcionando a descrição destas regiões mediante um banco de dados relacional e a representação vetorial. (VENTURIERI et. Al. 1998).

A segmentação multi-resolução, em uma primeira estância, é determinada por um certo grau de heterogeneidade que permite o agrupamento de “pixels” de acordo com uma resolução (WILLHAUCK, et. Al., 2000). Dois critérios de semelhança são usados para descrever a separação de objetos da imagem, os critérios de cor (espectral) e de forma (espacial), e ambos controlam a homogeneidade dos segmentos (BLASCHE, et. Al. 2002). Após a análise da heterogeneidade espacial e espectral, o processo de fusão inicia-se com um “pixel” formando uma região, sendo que a cada etapa, um par de objetos funde-se para formar um objeto maior; o processo de fusão esta baseado no critério de homogeneidade, observando-se a heterogeneidade entre objetos adjacentes (ANTUNES, 2003). Os seguimentos são discriminados por meio de variáveis espectrais e/ou espaciais. As variáveis ou imagens compostas por níveis digitais espectrais podem ser a área, perímetro, o “brilho”, o valor médio de brilho, etc. (RIBEIRO, 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área selecionada para a realização dessa pesquisa foi a Fazenda Santa Maria, localizada entre dois municípios do Estado do Paraná, sendo eles Ponta Grossa e Palmeira como mostra a figura 1, correspondente ao mapa de localização.

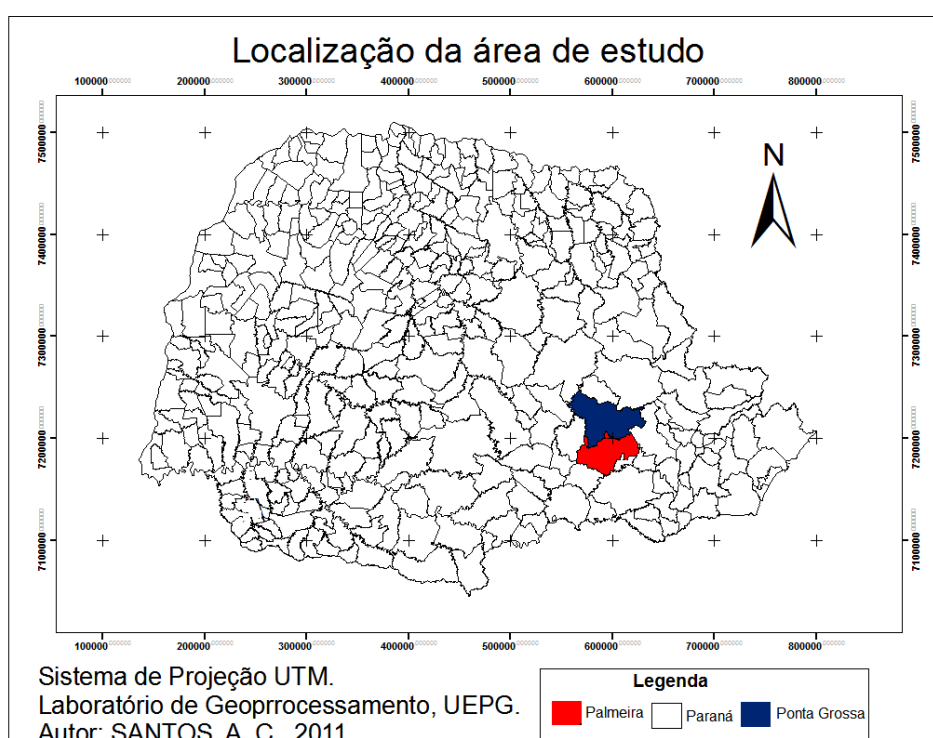


Figura 1: mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Santos, 2011.

Para este estudo foi selecionada a cultura de soja, visto que o ciclo de desenvolvimento da cultura (nesse caso a semeadura e a colheita) são os mesmos das datas da imagem selecionadas. Os dados de produção foram fornecidos pelo administrador da fazenda Cassio Kossatz como é apresentado na tabela 1 que apresenta a área plantada de soja no ano de 2002, assim como a espécie escolhida, as datas de plantio e a produtividade.

Tabela 1: dados de produção correspondentes ao ano de 2002/2003.

Fazenda	Talhão	Híbrido	Área (ha)	Data de Plantio			Produtiv. (kg/ha)
				Início	Final	Plantio	
STM	SM05	CD 206	65.00	11/12/2002	11/12/2002	11/12/2002	3,351.43
STM	SM06	CD 206	115.00	21/11/2002	09/12/2002	30/11/2002	3,157.63
STM	SM07	BRS 133	64.09	20/11/2002	25/11/2002	22/11/2002	2,522.11
STM	SM08	CD 206	164.00	09/12/2002	11/12/2002	10/12/2002	2,959.74
			408.09				3,009.16

STM

Fonte: Cássio Kossatz, 2011.

As datas de semeadura tiveram seu início no dia 20 de novembro de 2002 e o fim da semeadura no dia 11 de dezembro de 2002. As espécies escolhidas para plantio possuem um ciclo semi-precoce, de modo que levam de 116 a 125 dias para amadurecimento, menos de três meses, levando a colheita ocorrer entre os meses de fevereiro e março. A área plantada foi de aproximadamente 408 há, distribuída em 4 glebas da fazenda. A produtividade chegou a mais de 3.000 kg por hectare.

O diagrama de blocos apresentado na figura 2 apresenta as etapas de desenvolvimento do trabalho.

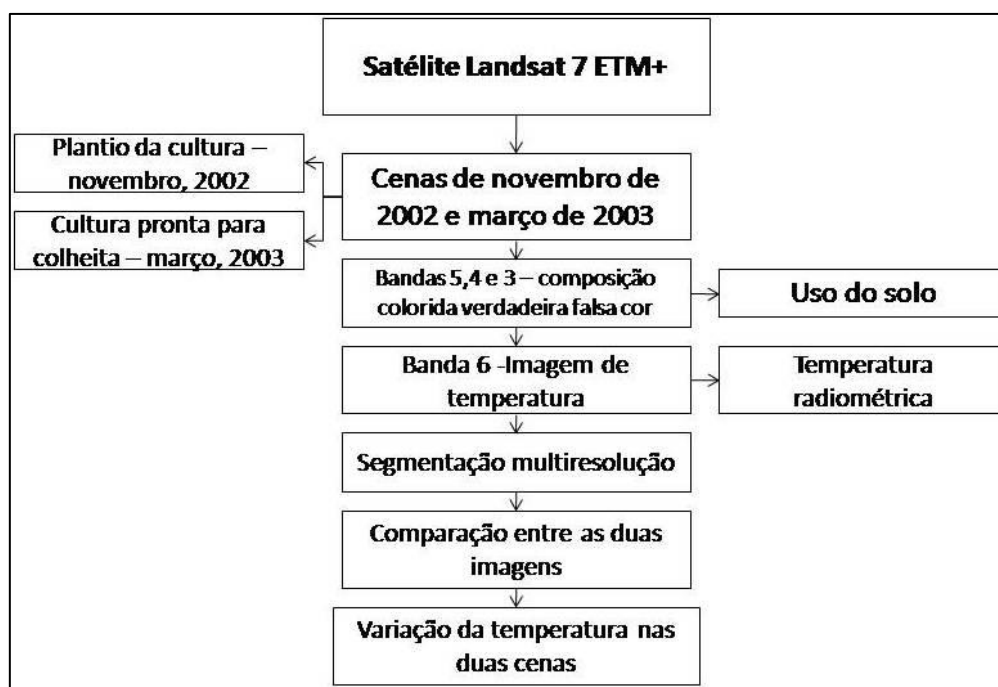


Figura 2: diagrama de blocos correspondente às etapas de desenvolvimento das atividades.

As imagens utilizadas nesse trabalho correspondem à cidade de Palmeira, no Estado do Paraná, órbita 221, ponto 078. Foram selecionadas duas cenas a primeira correspondente ao dia 11 de novembro de 2002, época em que o solo está sendo preparado para plantio da cultura de soja e a segunda imagem que corresponde ao dia 20 de março de 2003, período em que a soja encontra-se com seu dossel completo e propícia para colheita. As cenas foram selecionadas nessas datas por corresponderem a diferentes coberturas do solo, a primeira possui apenas a cobertura de palha, devido ao Sistema de Plantio Direto (SPD) e a segunda corresponde à cobertura total do solo, onde a cultura encontra-se em ciclo completo.

Para os processamentos foram realizados no programa ENVI 4.4: os recortes visuais nas imagens correspondentes às áreas de maior relevância para este estudo (áreas de plantio compatíveis com a resolução espacial para fins de análise, tais como as áreas de reflorestamento/floresta, agricultura, solo agriculturável e rede de drenagem). A composição colorida verdadeira falsa cor 5R, 4G e 3B (5 infravermelho médio, 4 infravermelho próximo e 3 vermelho do sensor Landsat TM),

Para a realização da imagem de temperatura radiométrica mediante a imagem termal, foram utilizadas as bandas 6 (infravermelho emissivo ou termal) do satélite Landsat 7 ETM. Com o programa Idrisi 3.2 foi realizada a transformação da imagem termal em imagem de temperatura radiométrica. O processo de conversão utilizado é baseado em uma tabela publicado em Bartoliucci e Chang, (1988), para converter dados Landsat TM térmica IR para temperaturas radiométricas. O processamento das imagens para a transformação da banda 6 em temperatura radiométrica, foi realizado nas duas cenas, novembro de 2002 e março de 2003.

Foi realizada a segmentação nas imagens correspondentes a composição colorida verdadeira falsa cor e nas imagens de temperatura radiométrica, com o objetivo de delimitar as respectivas áreas de relevância, pois quando se realiza o processo de segmentação de uma imagem, a mesma passa a ter segmentos ou regiões como elemento mínimo das imagens, sendo que cada segmento está relacionado a um vetor e a uma topologia, relação matemática de

contingência e pertinência possibilitando a representação espacial e por uma tabela com todas as características, ou seja, descritores espectrais e espaciais correspondentes a cada segmento ou região. Cabe destacar que, foram realizadas duas segmentações para cada cena, uma global e outra pontual, isto é, destacando-se somente a gleba de interesse. A tabela gerada quando da segmentação cria vários descritores, entretanto deste estudo apresentaremos dois deles, a saber, a área e a rugosidade, os quais possibilitaram a comparação entre as imagens: composição colorida falsa cor, classificações (2002 e 2003) e de temperatura radiométrica. A tabela, advinda da segmentação, que será apresentada nos resultados corresponde à segmentação pontual, pois neste estudo, a partir da utilização da tabela, buscou-se avaliar a área dos segmentos destacados nas imagens dos anos de 2002 e de 2003, assim como a rugosidade que ocorre em cada uma delas. A segmentação realizada nas imagens de 2002 e de 2003 foram importadas no programa ArcGis 9, onde foram selecionadas as tabelas com os descritores respectivos a cada uma das cenas, como será apresentado nos resultados.

RESULTADOS

A partir da realização da composição colorida da imagem de reflectância do satélite Landsat 7 sensor ETM+, com as bandas espectrais 5R, 4G e 3B, obteve-se a imagem exibida na figura 17. A imagem (a) corresponde ao dia 11 de novembro de 2002, e a imagem (b) corresponde ao dia 20 de março de 2003.

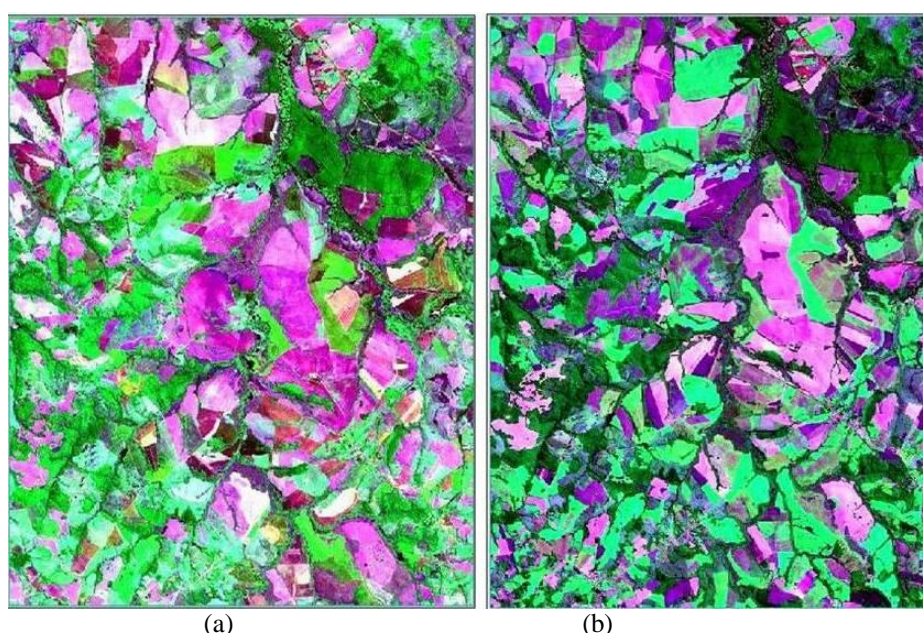


Figura 3: composição colorida do satélite Landsat 7 ETM+: (a) novembro de 2002, (b) março de 2003.

A partir das imagens com composição colorida verdadeira falsa cor, figura 3 (a e b) foi possível verificar o uso do solo de 2002 e 2003, que estão presentes nas duas cenas. É possível perceber a diferença da cobertura do solo de um ano para outro. Na imagem correspondente ao ano de 2002 ocorrem mais áreas com solo exposto, somente com palha ou que estão sendo preparados para semeadura. Na imagem correspondente ao ano de 2003 percebe-se que a grande parte aparece com a presença de agricultura, pois a imagem (b) correspondente ao mês de março, período em que a cultura de soja está com seu ciclo fenológico completo, pronta para ser colhida.

A seguir foi realizada a imagem de temperatura radiométrica, das duas cenas de novembro de 2002 e março de 2003. As duas imagens de temperatura radiométrica dos anos de 2002 e de 2003 foram reclassificadas com o intuito de melhor representar os intervalos de temperatura. Após a reclassificação, isto é o aumento de faixas de temperatura de meio em meio grau Celsius foi criada uma palheta de cores, a saber, as temperaturas mais baixas passaram a ser representadas pela cor azul, as temperaturas médias por tons de amarelo e as temperaturas mais altas por tons de vermelho. Como mostra a figura 4 (a e b).

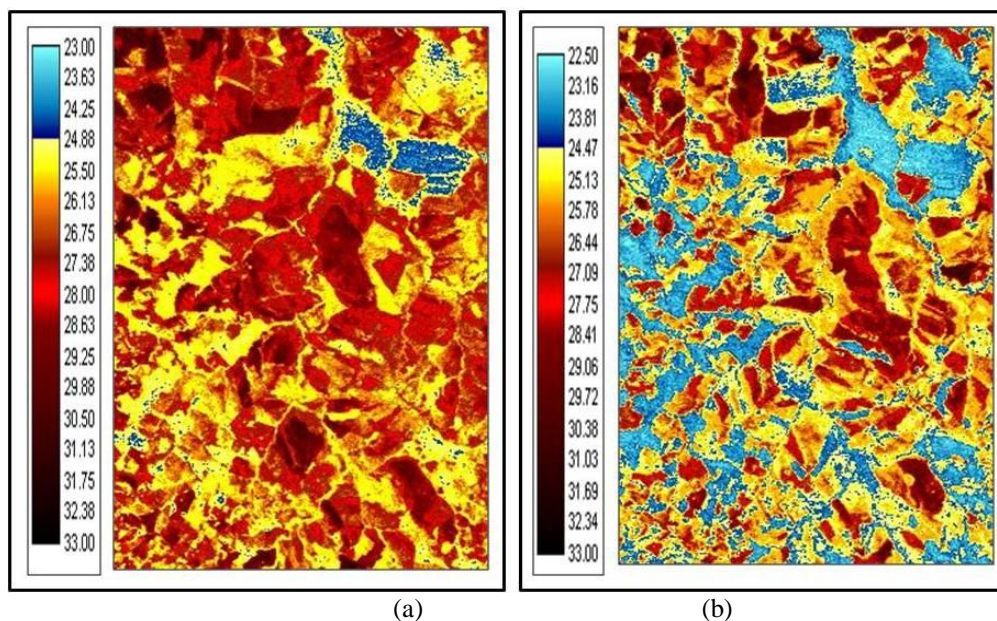


Figura 4: imagens transformadas em temperatura radiométrica, (a) imagem correspondente ao mês de novembro de 2002, (b) imagem correspondente ao mês de março de 2003.

Apesar da reclassificação dos valores de temperatura, as palhetas permaneceram com valores adversos devido à imagem possuir um valor diferente de temperatura mínima, de modo que a imagem do ano de 2002 inicia em 23^0 enquanto que a do ano de 2003 inicia em 22.5^0

Para a análise da variação da temperatura radiométrica em relação à cobertura foi realizada a segmentação das cenas nas composições coloridas e nas imagens de temperatura radiométrica. O resultado da segmentação, com valores de 50 para escala e de 70 para detalhamento, nas cenas correspondentes a verdadeira falsa cor está exibido na figura 5 (a e b). Neste estudo os descritores de interesse das regiões foram a área e a rugosidade. O segmento destacado na figura 5 ressalta uma área de solo descoberto, somente com a palha no ano de 2002 e com agricultura no ano de 2003, que será foco de discussão em relação às demais imagens.

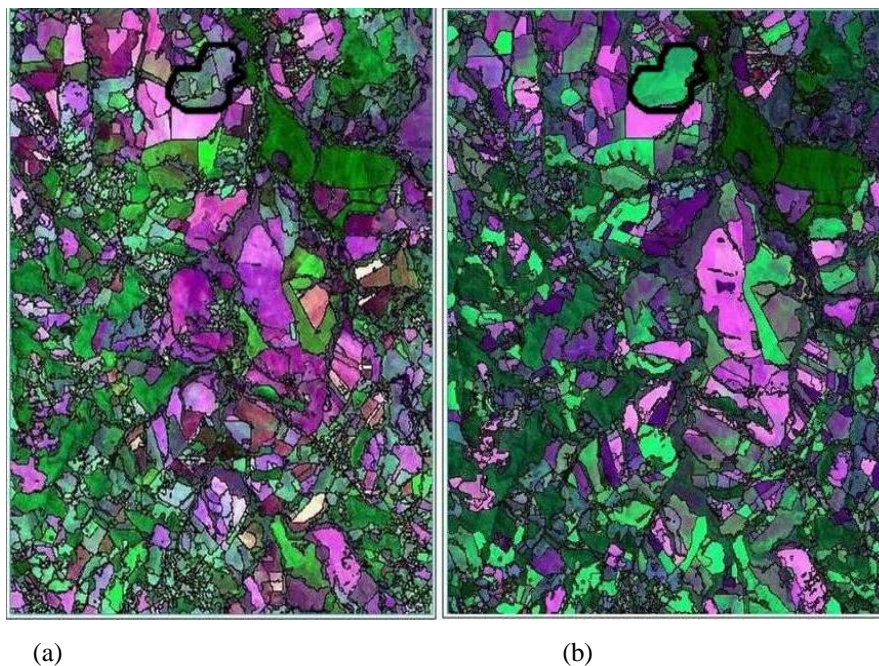


Figura 5: uso do solo com segmentação. (a) imagem de 2002, (b) imagem de 2003, ambas com destaque em um segmento.

A figura 22 representa as características do segmento destacado na figura 5 (a) cena correspondente ao mês de novembro de 2002. Nessa imagem foi anexada a tabela com os valores advindos da segmentação da cena, com destaque para os descritores de área e rugosidade, para o segmento ou região em estudo, nesse caso correspondente a 1.865 km² e um valor de 0,49, respectivamente.

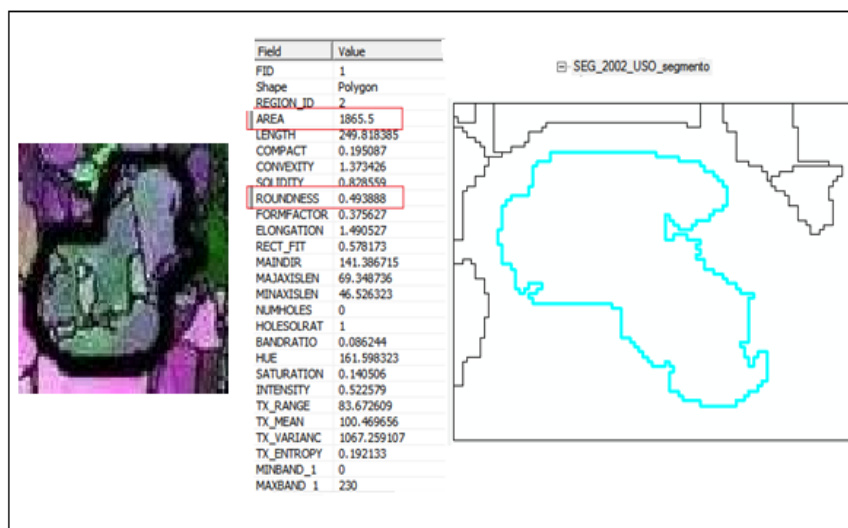


Figura 6: Segmento destacado na imagem 5 (a) correspondente a cena do mês de novembro de 2002, junto à tabela advinda da segmentação.

Quanto ao segmento com destaque na figura 5 (b), este será representado na figura 23, que mostra a segmentação da área selecionada junto à tabela com suas respectivas características. A área nessa figura é de 1.726 km² e de 0,41 para rugosidade.

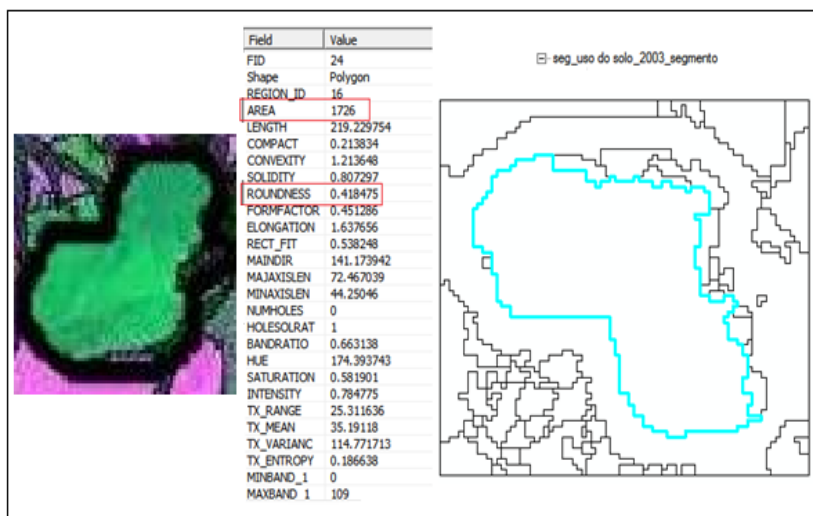


Figura 7: Segmento destacado na imagem 5 (b) correspondente a cena do mês de março de 2003, junto à tabela advinda da segmentação.

Fonte: O autor.

A partir dos dados apresentados nas tabelas das figuras 6 e 7, que representam os segmentos destacados na figura 5 (a e b) é possível perceber que o segmento correspondente ao ano de 2002 (figura 6) apresenta uma área de 1.865 km², lembrando que esta imagem corresponde à época em que está sendo realizada a semeadura da cultura de soja. O segmento correspondente a imagem de 2003 (figura 7), que corresponde à cultura com dossel completo, apresentou uma área de 1.726 km². Desse modo, percebe-se que, apesar da cena de 2003 possuir uma área com cobertura total da cultura, apresenta menor área que a cena de 2002, essa diferença de área pode ser explicada pelo fato de que a segmentação realizada na cena de 2003, onde o dossel está completo, adquire menor área por causa das bordas se apresentarem menos definidas do que as bordas da cena de 2002 que são irregulares.

Quanto à rugosidade nas duas cenas; a figura 6, cena que representa o ano de 2002 apresentou um valor para rugosidade de 0,49, visto que a palha sobre o solo não é uniforme. E na cena da figura 7, correspondente ao ano de 2003, apresentou rugosidade de 0,41, ou seja, inferior ao ano de 2003, pois a cultura apresenta-se homogênea diminuindo a variação no tamanho das plantas.

A figura 8 (a e b) apresenta as imagens de temperatura radiométrica segmentada a partir dos mesmos parâmetros utilizados nas outras imagens, 50 para escala e 70 para detalhamento. Nesta figura é possível verificar a partir do segmento em destaque (contornado em preto) que, a imagem (a) correspondente ao ano de 2002 (como supracitado corresponde à data em que o solo está sendo preparado para plantio) grande parte da área utilizada para produção agrícola está apenas com a cobertura de palha, visto que o manejo é feito por meio de SPD, apresentando temperaturas entre 27^o e 30^o C.

Para a imagem (b), da figura 8, correspondente ao mês de março de 2003, o segmento destacado apresenta o solo sob cobertura da cultura de soja, a espécie plantada nessa área da fazenda corresponde à CD 206 (de acordo com a COAMO agroindustrial possui o ciclo semi-precoce, de modo que essa cultura leva de 116 a 126 dias para completar seu desenvolvimento) ou seja, se plantada em dezembro, no mês de março a soja estará com seu dossel completo. Isso se reflete na cobertura do solo, que irá apresentar menores temperaturas, indo de 220 a 250, como mostra a figura 8 (b).

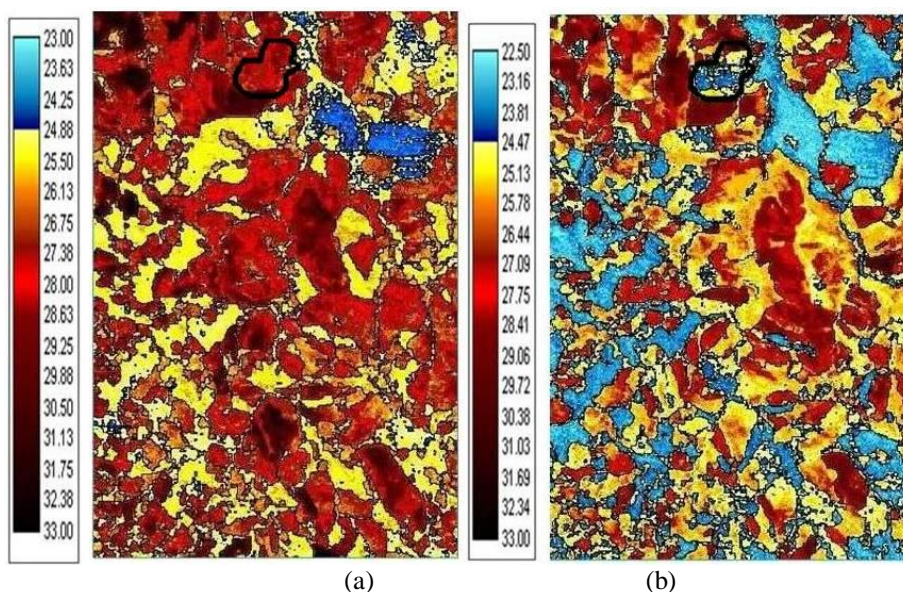


Figura 8: imagens termais com segmentação, (a) ano de 2002, (b) ano de 2003.
Fonte: O autor.

Como realizado anteriormente nas outras duas imagens segmentadas, para A figura 8 (a e b) também foi feito o destaque dos segmentos das duas cenas. A figura 9 apresenta o segmento destacado da figura 8 (a), correspondente ao ano de 2002, o valor de área foi de 1.317 km² e para rugosidade de 0,48.

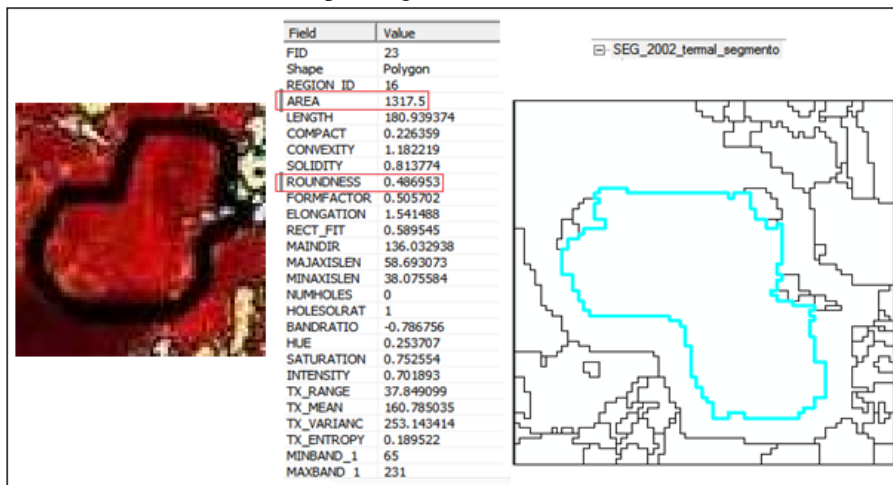


Figura 9: Segmento destacado na imagem 28 (a) correspondente a cena do mês de novembro de 2002, junto à tabela advinda da segmentação.

Fonte: O autor.

A figura 10 apresenta o segmento destacado na figura 8 (b), correspondente ao mês de março de 2003, com um valor de área de 442 km² e de 0,30 para rugosidade.

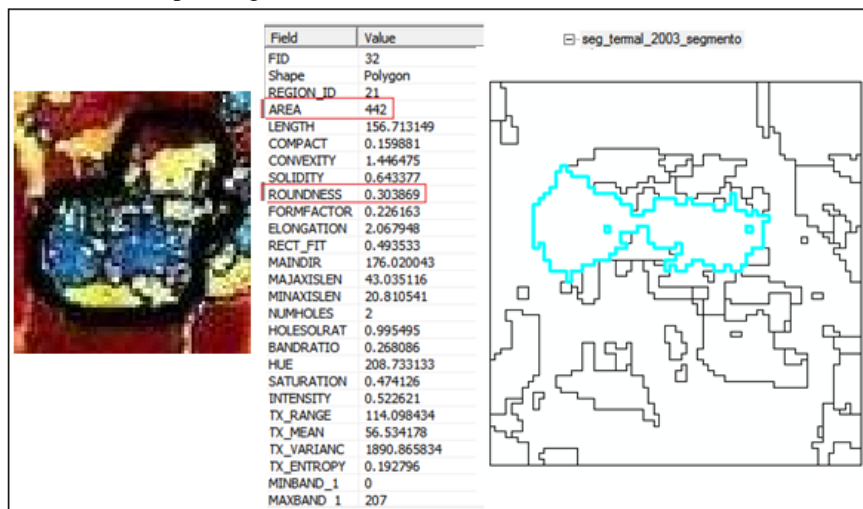


Figura 10: Segmento destacado na imagem 28 (b) correspondente a cena do mês de março de 2003, junto à tabela advinda da segmentação.

Fonte: O autor.

Nas figuras 9 e 10 ocorreu uma grande variação na área dos segmentos; na cena de 2002 a área apresentou um valor de 1.317 km² e na cena de 2003 a área foi de 442 km², porém se somados todos os segmentos correspondentes à área em destaque na figura 8 (b) o valor é de 1.157 km². O valor de 442 km² pode ser explicado pelo fato da imagem de temperatura radiométrica do ano de 2003, figura 8 (b), apresentar intervalos de temperatura diferentes dentro do segmento selecionado, o que levou a uma segmentação mais detalhada (vários segmentos) diminuindo o valor de área. Enquanto que na figura 8 (a) o solo está descoberto e os valores de temperatura são próximos gerando uma região somente quando da segmentação e, portanto uma área de maior valor numérico. Porém com a soma de todos os segmentos da figura 10 o valor torna-se aproximado do valor da figura 9.

Ao determinar a média da temperatura da gleba selecionada na figura 8 (b), correspondente ao mês de março de 2003 obteve-se o valor de 24^oC, nessa imagem o gleba apresenta-se “fracionada” em várias temperaturas, fato que levou a necessidade de se realizar a media da temperatura dessa área. Para a imagem de novembro de 2002, figura 8 (a), onde a gleba está sendo preparada para semeadura, a temperatura apresentou uma média de 28^oC. De modo que pode-se perceber quantitativamente nessas imagens de temperatura radiométrica a influência da cobertura vegetal na temperatura.

Para a rugosidade, a imagem de temperatura radiométrica segmentada de 2002 apresentou um valor de 0,48, demonstrando que a área apresenta-se bastante heterogênea quanto à presença de cobertura morta no solo, visto que esta imagem corresponde à data de semeadura da cultura. A figura 10, que representa o segmento e tabela onde a cultura está com cobertura total e pronta para colheita, apresentou valor de rugosidade de 0,30, menor que a anterior, visto que nessa figura a cobertura vegetal apresenta-se mais homogênea, textura lisa.

CONCLUSÕES

A partir da análise das imagens apresentadas, sendo: composição colorida verdadeira falsa cor e as imagens de temperatura radiométrica, pode-se constatar que, a temperatura do solo está diretamente ligada com a cobertura do solo. Fato que pode ser observado perfeitamente nas imagens. Sabendo que a temperatura do solo influencia diretamente na senescência da semente, assim como no desenvolvimento da cultura plantada e na conservação do solo, o estudo da temperatura apresenta-se de grande relevância não apenas para questões de agricultura, mas também para as questões ambientais e de conservação dos mesmos.

Várias transformações que ocorrem na superfície terrestre, como as mudanças do uso e cobertura do solo, podem ser detectadas com o auxílio das imagens de satélite, principalmente para a análise das mudanças de temperatura; nesse

caso o sensoriamento remoto termal apresentou a vantagem de proporcionar a variação de temperatura para toda uma área, em anos diferentes e com coberturas diversas.

O uso de segmentação em imagens de temperatura radiométrica facilitou o entendimento e análise numérica otimizando a interpretação visual, ao tornar os elementos mínimos da imagem, antes pixels, para segmentos ou regiões e gerando os descritores de área e rugosidade, analisados neste estudo.

As imagens do satélite Landsat 7 ETM, com destaque para as imagens termais, apresentaram uma resposta adequada e pertinente, quanto ao estudo da variação da temperatura em áreas de produção de grãos, de modo que podem ser usadas para estudos posteriores.

As temperaturas altas foram encontradas principalmente nas áreas que possuíam menor cobertura vegetal, de modo que as áreas com cobertura vegetal, tanto a palha correspondente ao SPD, quanto o próprio desenvolvimento da cultura, apresentaram valores significativamente mais baixos, mostrando a importância da cobertura na redução das temperaturas.

AGRADECIMENTOS

Ao Cássio Kossatz pela grande atenção, especialmente pela confiança ao permitir a realização desse trabalho na Fazenda Santa Maria e pelo fornecimento dos dados da mesma;

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. F. B. **Classificação de ambiente Ciliar baseada em Orientação a Objeto em imagens de Alta Resolução Espacial**. Tese de doutorado, UFPR, 2003.

ASSAD, E.; SANO, E.E.(eds.), **Sistema de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. 2ª edição. Brasília, DF: EMBRAPA, 1998.

BLASCH, T.; HAY, G. **Object-oriented image analysis and scale: theory and methods for modeling and evaluating multiscale landscape structure**.

Disponível em:< <http://homepages.ucalgary.ca/>>

PEDRINI, H.; SCHWARTZ, W. R. **Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos, e Aplicações**. São Paulo: Thomson Learning, 2008.

RIBEIRO, S. R. **A Interação de imagens Landsat TM e dados auxiliares para a delimitação automática de unidades fisionômicas (paisagem) e geológicas usando redes neurais artificiais**. Tese de doutorado, UFPR, Curitiba, 2003.

VENTURIERI e SANTOS, 1998 - VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. **Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal**. **Sistemas de Informações Geográficas – Aplicações na Agricultura**. EMBRAPA, 2a Ed, Brasília, 1998.

WILLHAUCK, G.; BENS, U.; SIERGERT, F. **Semiautomatic classification procedures for FIRE monitoring using multitemporal SAR images and NOAA-AVHRR hotspot data**. Munich, 2000.