

## **Influência da reamostragem espacial a partir de imagens Resourcesat na identificação de áreas irrigadas por pivô central no município de Unaí - MG**

Rafael Menezes Pereira  
Elizabeth Ferreira  
Antonio Augusto Aguilar Dantas  
Joice Hermenegildo de Toledo  
Lorena Santos Cordeiro da Silva

Universidade Federal de Lavras – UFLA/DEG  
Caixa Postal 3037 – 37200-000 - Lavras - MG, Brasil  
{rpmenezes, lorenascordeiro}@yahoo.com.br  
{bethf,auau,joicetoledo}@deg.ufla.br

**Abstract.** Sensor images LISS-III/Resourcesat from Unaí - MG, Brazil, passing on the date of 07.21.2010, had their initial resolution of 24m, modified for 48, 72, 96, 120, 144, 192, 240, 360, 480, 600, 720, 960 m, which were used to evaluate the influence of spatial resolution in identifying areas irrigated by center pivot system in Unaí - MG, defining the classes (NOT PIVOT and PIVOT). On this occasion were found 421 center pivots and then thematic maps (one for each spatial resolution) were elaborated and resampled to the original resolution of 24x24 m, followed by visual interpretation. The area of each category was determined in each thematic map, using the images with 24 m spatial resolution as a reference. Mapping accuracy was evaluated using the overall accuracy, errors of commission and omission and Kappa. It was found that: According to Kappa, the largest discrepancies occurred in maps generated from images with 96 m spatial resolution, the ruling class of the scene had a linear tendency to increase with the resampling, the class "Pivot" from the resolution of 96 m showed no regular trend of increasing area, from the resolution of 480 m, the number of center pivots identified decreased.

**Palavras-chave:** spatial resolution, irrigation, agriculture, resolução espacial, irrigação, agricultura.

### **1. INTRODUÇÃO**

Segundo Braga e Oliveira (2005) devido à alta tecnologia empregada na agricultura em busca da maior produtividade, muitas áreas utilizam a irrigação controlada por meio de pivô central para o controle da demanda hídrica da cultura. Em certas regiões agrícolas como Unaí, o emprego desta tecnologia gera alta demanda dos mananciais devido ao grande número de equipamentos instalados e suas dimensões. Sendo assim, o sensoriamento remoto torna-se uma alternativa para identificação e quantificação de áreas irrigadas por meio de pivô central, devido à forma geométrica dos alvos estarem intrinsecamente definidos na imagem. Estas imagens, que são produtos de sensoriamento remoto, servem para extrair informações do uso da terra de maneira relativamente precisa, rápida e econômica (Carolo, 2007). Desta forma, o sensoriamento remoto pode ser visto como um importante sistema de aquisição de informações para as diversas áreas do conhecimento, notadamente na identificação de áreas irrigadas por pivô central.

Um dos principais fatores que interferem na identificação de feições na superfície terrestre, quando são utilizadas imagens orbitais, é a resolução espacial. Tal resolução influencia tanto na determinação da área mínima a ser mapeada, quanto na sua identificação (Ponzoni et al., 2001). Neste sentido, vários trabalhos têm avaliado o efeito da degradação espacial na estimativa de área ou classes temáticas.

Turner et al. (1989) em seu trabalho estudaram o efeito da mudança do nível de resolução espacial no mapeamento de coberturas do solo, observando uma aglutinação das classes a medida que a resolução espacial era aumentada.

Ponzoni et al. (2001), fizeram uma quantificação visual e digital de áreas não florestadas no ambiente amazônico, amostradas em resoluções espaciais de 60, 100, 120, 200 e 250

metros, utilizando imagens Landsat-5 sensor TM. Os autores observaram que a adoção da classificação digital, seguida da edição em tela apresentou resultados ligeiramente inferiores àqueles alcançados pela interpretação visual, até a resolução espacial de 200 m. A identificação de temas pouco diferenciados espectralmente, como no caso das capoeiras, foi dificultada nos produtos com resolução espacial acima de 100 m. Sendo um indicativo de significativas limitações ao uso desses produtos, com resoluções acima de 100 m, quando o objetivo for quantificar áreas ocupadas com diferentes estágios de sucessão vegetal.

Ponzoni e Rezende (2002) usaram diferentes resoluções espaciais para avaliar a influência destas resoluções na identificação de floresta, capoeira nova, capoeira madura e não-floresta, utilizando imagens do satélite Landsat-5/TM, identificando maiores discrepâncias espaciais quando utilizada resoluções espaciais acima de 200m. Os mapas que apresentavam tal resolução apresentaram ligeira confusão entre os temas. A exatidão do mapeamento foi avaliada usando-se os índices kappa, global e Tau.

Knight e Lunetta (2003), estudando a cobertura do solo na bacia do rio Neurse na Carolina do Norte, observaram que ao utilizarem resoluções espaciais mais grosseiras a identificação da unidade mínima de mapeamento (MMU) aumentava, portanto, os resultados para a classificação, da que foi criado a partir de dados XS/SPOT-4 e ETM+/Landsat, indicaram que o tamanho relativamente grande MMU afetou significativamente a precisão das classificações de cobertura do solo.

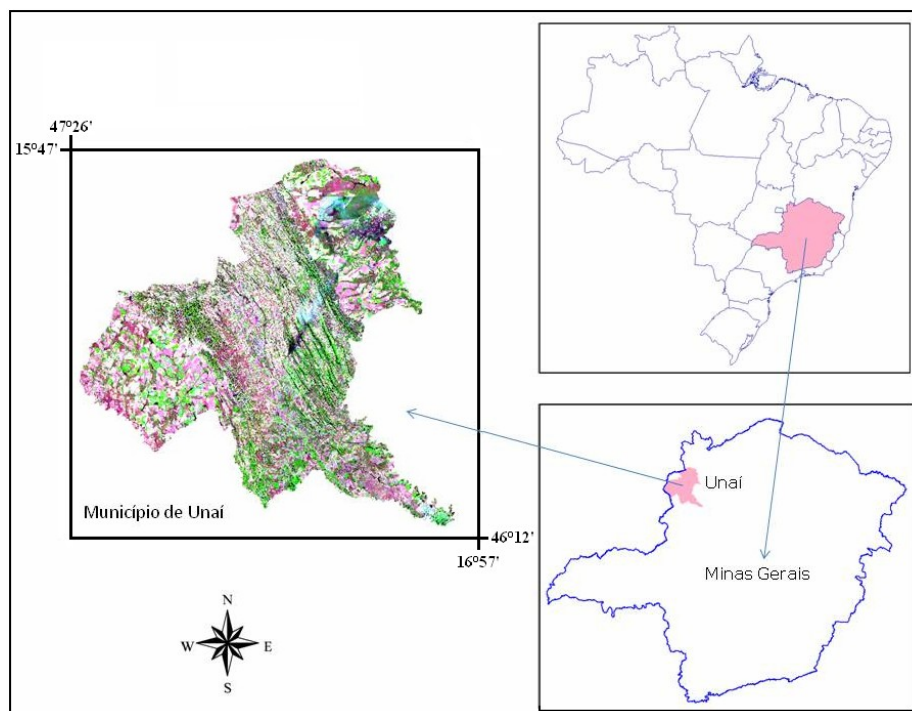
Ainda seguindo esta linha de trabalho, Soares et al. (2007) avaliaram o efeito das variações das resoluções espaciais de 90, 150, 210 e 270 metros na definição das classes agrícolas em cana de açúcar, milho e soja, quando usadas imagens ETM+/Landsat. As resoluções foram comparadas com a resolução original de 30 m. Apenas para a resolução de 270 m a comparação foi realizada utilizando o satélite Terra sensor Modis. Este trabalho evidenciou que as classes mais degradadas sofreram mais severamente com o efeito da reamostragem realizada.

Sabendo-se da importância da resolução espacial, quando são utilizadas imagens orbitais, para monitorar áreas irrigadas por pivô central, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da reamostragem espacial na identificação e quantificação destas áreas.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

A área selecionada para o desenvolvimento deste trabalho foi o município de Unaí, MG, que possui uma área de 8.464 km<sup>2</sup> e está localizado na região noroeste do estado, entre as coordenadas 15°47' e 16°57' S, 46°12' e 47°26' WGr. (Figura 1). Esta área foi escolhida por ser um dos principais pólos graneleiros do país e ser uma região grandemente explorada por sistema de irrigação do tipo pivô central.



**Figura 1: Área de Estudo.**

## 2.2 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Visando economia, qualidade e rapidez na obtenção das imagens, o satélite indiano Resourcesat, sensor LISS-III foi escolhido. As imagens produzidas pelo LISS-III/Resourcesat possuem resolução espacial de 24 x 24 metros em 4 canais espectrais, resolução temporal de 24 dias, dimensão de 141 x 141 km e são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens foram obtidas em 21 de julho de 2010. Esta data foi escolhida, porque nesta região do Brasil, o período das chuvas já cessou, portanto apenas áreas irrigadas se destacaram nas imagens, o que facilita o trabalho do intérprete.

As imagens LISS-III/Resourcesat foram georreferenciadas manualmente tomando por base imagens georreferenciadas do CCD/CBERS-2B (Pereira et al., 2010), coletando-se 40 pontos e com erro (RMS) menor que 3. O município de Unai, possui dimensão de 8.464 km<sup>2</sup>, sendo utilizadas 3 imagens LISS-III/Resourcesat, órbitas-pontos 329/88, 329/89 e 330/89 para cobrir toda a área. O mosaico das imagens foi realizado, extraindo-se o município com a utilização do vetor limite disponibilizado gratuitamente pelo GEOMINAS.

Utilizando traçado elipse, os pivôs centrais foram delineados. Este formato foi o escolhido em decorrência do formato particular que este sistema de irrigação possui (Sano et al. 2005; Pereira et al., 2010).

Depois de delineados os pivôs centrais, a imagem original foi reamostrada para as resoluções espaciais de 48, 72, 96, 120, 144, 192, 240, 360, 480, 600, 720, 960 m, todas múltiplo de 24 metros. Nestas resoluções realizou-se a definição das classes “pivô” e “não pivô”. Com objetivo de avaliar a confusão entre as classes, foram realizadas as matrizes de confusão de cada classe em cada resolução. Desta mesma matriz foram extraídos os índices de exatidão global, exatidão do produtor e consumidor, erro de comissão e omissão e o índice Kappa.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o gráfico de resolução (m) pela área (km<sup>2</sup>) para classe “pivô”. Este gráfico permitiu uma melhor observação da diferença na habilidade das imagens (original e reamostradas) em detectar a área da classe mapeada.

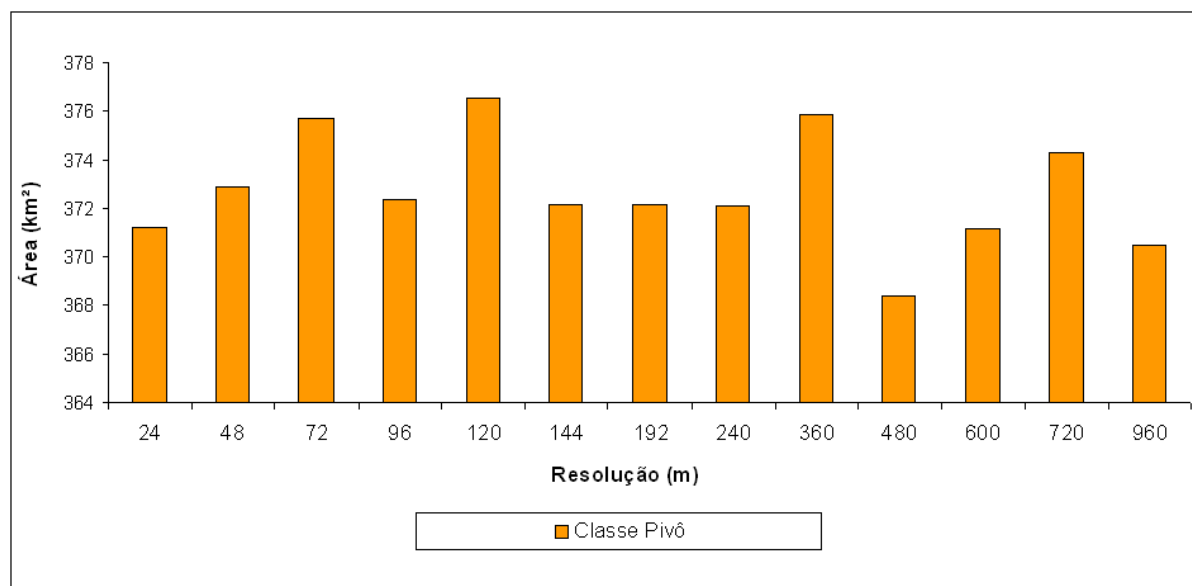


Figura 2: Áreas em km<sup>2</sup> da classe “pivô” para cada resolução espacial estudada.

De acordo com a Figura 2, pode ser observado que para a classe “pivô”, não se confirmou nenhuma tendência de crescimento regular. A área dos pivôs não seguiu nenhum padrão de crescimento à medida que a resolução inicial de 24 metros, que apresentou uma área de 371,194 km<sup>2</sup>, foi reamostrada para as demais. Contudo, para as resoluções de 24, 48 e 72 m, houve uma tendência de crescimento linear ascendente, o que não é observado para as demais.

A área da classe “pivô” nas resoluções espaciais de 72, 120, 360, 480 e 720 m, mostraram-se mais discrepantes quando comparadas com a original, sendo que estas resoluções apresentaram uma área média de aproximadamente 375 km<sup>2</sup>.

Tabela 1: Número de pivôs identificados em cada resolução espacial classificados em diferentes intervalos de áreas (ha).

Intervalos (ha)	Quantidade de pivôs identificados em cada resolução espacial (m)												
	24	48	72	96	120	144	192	240	360	480	600	720	960
< 50	59	61	64	64	60	67	60	64	46	88	73	0	0
50 - 100	194	192	188	198	191	192	186	196	186	212	137	154	283
100 - 150	157	156	154	147	158	151	163	148	170	101	191	179	0
>150	11	12	15	12	12	11	12	13	19	15	6	65	59
<b>Total de Pivôs</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>421</b>	<b>416</b>	<b>407</b>	<b>398</b>	<b>342</b>

Em um trabalho de levantamento de áreas irrigadas por pivôs centrais, além de estudar o efeito da reamostragem na quantificação de áreas, é também muito importante avaliar se os equipamentos estão sendo igualmente identificados, na medida em que se varia a resolução espacial.

Neste sentido, foi feita uma identificação do número de pivôs distribuídos em quatro intervalos de áreas irrigadas, sendo: menor que 50 ha, 50 a 100 ha, 100 a 150 ha e maior que 150 ha. Na Tabela 1 pode ser visto que nenhuma resolução espacial detectou o mesmo número de equipamentos da resolução original de 24 m, que foram 59, 194, 157 e 11,

respectivamente para as classes, menor que 50 ha, 50 a 100 ha, 100 a 150 ha e maior que 150 ha. Isto significa dizer que, apesar da área irrigada em algumas resoluções (144, 192, 240, 600 e 960) terem sido muito semelhantes com a resolução original (Figura 2), o número de equipamentos identificados foi diferente nestas mesmas resoluções (Tabela 1).

Na Tabela 1, é visto que a partir da resolução de 480 metros, o número de pivôs identificados reduziu de 421 para 416 pivôs, uma diferença de 5 pivôs. Além do que, foi a resolução que apresentou menor área quando comparada com a resolução original de 24 metros. Na resolução de 480 m a área observada foi de 368,41 km<sup>2</sup>, uma diferença de 2,784 km<sup>2</sup> desta para original LISS-III/Resourcesat. Para as resoluções de 600, 720 e 960, o número de pivôs identificados foi menor ainda, sendo de 407, 398 e 342. Nas classes com resoluções de 720 e 960 m não foi possível identificar pivôs com áreas menores que 50 ha (Tabela 1), apesar da área total irrigada na resolução de 960 m ter sido semelhante a original (24 m). O intervalo menor que 50 ha pode ter sido aglutinado a outros intervalos, indo de encontro ao trabalho de Turner et al. (1989) que observaram uma aglutinação das classes a medida que a resolução espacial foi aumentada.

Para a classe “não pivô”, que é predominante da cena, houve uma tendência de crescimento linear com R<sup>2</sup> de 87,6%. Tal tendência esta representada na Figura 3.

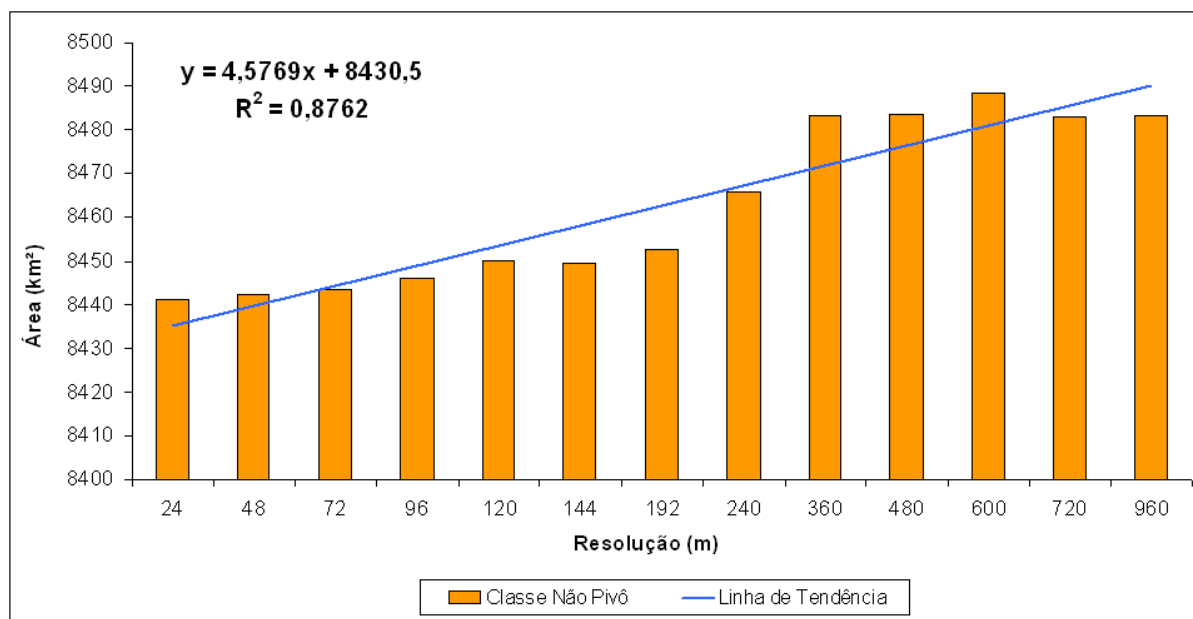


Figura 3: Áreas em km<sup>2</sup> da classe “não pivô” para cada resolução espacial estudada e apresentada a linha de tendência.

Como já observado no trabalho de Ponzoni e Rezende (2002), as classes dominantes mantiveram um padrão de crescimento à medida que as resoluções aumentavam o que foi confirmado no presente trabalho e esta representada na Figura 3. A classe “não pivô” com resolução original apresentou uma área de 8441,162 km<sup>2</sup>, chegando ao máximo de 8488,44 km<sup>2</sup> para a resolução de 600x600 metros uma discrepância de aproximadamente 47 km<sup>2</sup>.

Como sugerem Gong e Howarth (1990), um dos procedimentos que vem sendo usado para mensurar a exatidão das classificações temáticas é o índice Kappa. Ele vem sendo recomendado como uma medida apropriada da exatidão por representar inteiramente a Matriz de Confusão. Ele toma todos os elementos da Matriz de Confusão em consideração, ao invés de apenas aqueles que se situam na diagonal da mesma, o que ocorre quando se calcula a exatidão global da classificação. Portanto, seguindo os autores, foi realizada a matriz de confusão das classes “pivô” e “não pivô” em cada amostragem realizada. Desta matriz retiraram-se os índices expressos na Tabela 2, em porcentagem.

**Tabela 2: Índice de exatidão global e índice Kappa expressos em porcentagem para cada resolução espacial adotada.**

Resolução	%	
	Índice Kappa (K)	Exatidão Global (G)
48	99,77	99,80
72	96,37	99,69
96	95,53	99,62
120	94,27	99,51
144	93,24	99,43
192	91,40	99,28
240	89,29	99,10
360	84,55	98,69
480	79,66	98,30
600	75,43	97,93
720	71,14	97,56
960	62,84	96,87

Pela Tabela 2 observa-se que à medida que a imagem LISS-III/Resourcesat foi reamostrada o índice kappa e global foram reduzindo, partindo de 99,77 e 99,80 para 62,84 e 96,87% respectivamente. Notadamente para (K) na resolução de 960 metros que chegou a 62,84%, evidenciou um elevado grau de confusão na definição das duas classes estudadas. A partir da degradação de 144 m, o índice kappa teve quedas acentuadas, o que não se observou na exatidão global. Pois segundo Brites et al. (1996), o índice Global apresenta os maiores valores pelo fato de considerar apenas a diagonal principal da matriz de erros, o que não é observado no índice kappa, sendo este mais sistemático.

Dentro dos índices observados, vale destacar os erros de comissão e omissão. A Tabela 3 mostra claramente o aumento gradativo dos erros de comissão e omissão à medida que a resolução espacial aumentou.

**Tabela 3: Erro de omissão e comissão expressos em porcentagem para todas resoluções nas classes pivô e não pivô.**

Resolução	Pivô		Resolução	Não Pivô	
	Omissão (%)	Comissão (%)		Omissão (%)	Comissão (%)
48	1.98	2.41	48	0.11	0.09
72	2.94	4.00	72	0.19	0.13
96	4.12	4.42	96	0.2	0.19
120	4.81	6.14	120	0.29	0.22
144	6.40	6.53	144	0.3	0.29
192	8.09	8.35	192	0.38	0.37
240	10.12	10.37	240	0.48	0.46
360	14.25	15.28	360	0.71	0.66
480	19.77	19.13	480	0.87	0.91
600	23.47	23.51	600	1.08	1.08
720	27.43	27.74	720	1.28	1.26
960	35.59	35.47	960	1.63	1.64

Os erros de comissão são relativos a todos os pontos atribuídos a uma determinada classe oriundos de erros de classificação das outras classes. Desta forma, a acurácia do usuário indica a probabilidade que uma categoria classificada (mapa/imagem) representasse a mesma

categoria no campo. Com relação aos erros de exclusão ou omissão, ocorre o fato que não são atribuídos à determinada classe os erros de classificação das outras classes (Rosenfield e Fitzpatrick-Lins, 1986; Story e Congalton, 1986).

Para a classe “pivô”, os erros de omissão e comissão tiveram uma média de 13,25 e 13,61% respectivamente. Observou-se que a partir da resolução de 360 m os valores se apresentam superiores a média encontrada. Porém, se considerado um erro padrão tolerável de 5%, as imagens com reamostragem superior a 120 m já superam este valor.

Analisando os mesmos erros para a classe “não pivô” identificaram-se erros médios de 0,63 e 0,66% para o erro de omissão e comissão, e a partir da mesma resolução os valores se mostram superiores a média observada.

## 5. CONCLUSÕES

Com a reamostragem a área da classe dominante da cena, “não pivô”, manteve uma tendência linear de crescimento, o que não foi encontrado para a classe “pivô”, que variou ao longo das reamostragens espaciais. Os índices de exatidão do mapeamento indicaram que a identificação de temas foi comprometida quando adotadas imagens com resolução espacial superior a 96 m. Houve modificação no número de equipamentos identificados, na medida em que se variou a resolução espacial.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), processo no CAG-APQ-02004-09.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Brites, R. S.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S. Comparação do desempenho entre três índices de exatidão aplicados a classificações de imagens orbitais. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 14, 1996, Salvador. Anais.

Gong, P., Howarth, P. J. An assessment of some factors influencing multispectral land-cover classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Bethesda, 56(5), p.597-603, 1990.

Knight, J. F.; Lunetta, R. S. An experimental assessment of minimum mapping unit size. **Transaction on geosciences and remote sensing**, v. 41, n. 9, September, 2003.

Pereira, R. M.; Ferreira, E.; Dantas, A. A. A.; Souza, P. A. B.; França, J. F. Avaliação Temporal de Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Município de Unaí. In: **CIUFLA - XXII Congresso de Iniciação Científica da UFLA**. Lavras, MG. 2009.

Pereira, R. M.; Ferreira, E.; Dantas, A. A. A.; Toledo, J. H. Uso de sistemas de informação geográfica (SIG) na determinação de áreas irrigadas por pivô central no município de Unaí. In: **CIUFLA - XXIII Congresso de Iniciação Científica da UFLA**. Lavras, MG. 2010.

Ponzoni, F. J.; Galvão, L. S.; Epiphânio, J. C. N. Influência da resolução espacial sobre a quantificação de áreas não florestadas em ambiente amazônico. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 10, 2001, Foz do Iguaçu. Anais.

Ponzoni, F. J.; Rezende, A. C. P. Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira – PA. **Árvore**, v. 26, n. 4, p. 403-410, jul./ago. 2002.

Rosenfield, G. H. & Fitzpatrick-Lins, K. A Coefficient of Agreement as Measure of Thematic Classification Accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 52 (2), p. 223-227, 1986.

Sano, E.E; Lima, J.E.F.W.; Silva, E.M.; Oliveira, E.C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.508-515, 2005.

Soares, D. M.; Formaggio, A. R.; Galvão, L. S.; Simulação de resolução espacial moderada e seu efeito no padrão espacial de classes temáticas. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 21, 2007, Florianópolis. Anais.

Story, M & Congalton, R. **Accuracy Assessment: a User's Perspective**. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*, Vol 52, nº3. p 379-399, 1986.

Turner, M. G.; O'Neill, R. V.; Gardner, R. H.; ; Milne, B. T. Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern. **Landscape Ecology**, v. 3, n. 3-4, p. 153-162, 1989.