

## Metodologia para monitoramento agrícola com emprego de imagens orbitais e amostragem estatística

Kleber Trabaquini <sup>1</sup>  
Alfredo José Barreto Luiz <sup>2</sup>  
Isaque Daniel Rocha Eberhardt <sup>1</sup>  
Bruno Schultz <sup>1</sup>  
Antonio Roberto Formaggio <sup>1</sup>  
Clement Atzberger <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{kleber, isaque, formaggio, schultz}@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> Embrapa Meio Ambiente  
Caixa Postal 69 - 13820-000 - Jaguariúna - SP, Brasil  
alfredo.lui@embrapa.br

<sup>3</sup> University of Natural Resources and Life Sciences - BOKU  
Gregor-Mendel-Straße 33 1180 - Vienna, Austria  
clement.atzberger@boku.ac.at

**Abstract.** Brazil still has not a system based in earth observation images to map and monitoring the aimed crops in large scale. Many programs have been made with Landsat-like and MODIS data to monitoring crops in Brazil, but only the CANASAT has worked in operation level. The clouds and unit products (UPS) size in Brazil, have not permitted the use these data to correct classify maize, sugarcane and soybean. The use of sample frame and visual pixels classification with multitemporal OLI images could be a solution to monitor these three crops. The goal of this study was evaluate the sample frame performance to maize (c1), soybean (c2) and sugarcane (c3) in Paraná (PR) State using OLI images and pixel visual classification. Were used four periods to classify 20.000 random pixels over all the Paraná State: (p1) Nov/Dec, (p2) Jan/Feb, (p3) Mar/Apr and (p4) May/Jun. Each period was compost for 4 OLI images, and 5.000 pixels were classified as c1, c2, c3 and others. IBGE data from 2012 were used to determinate the number of random pixels in each PR mesoregion/stratum. The Stratified Random Sample by Maximum Corrected (SRSMC) showed good performance for tree crops. The coefficient of variation (CV) for each period ranged of 1.42 for soybean in p2 until 16.87 for soybean in p4. The sugarcane CVs have not varied ( and maize CV had the minimum value (2.16) in p4.

**Palavras-chave:** remote sensing, agriculture, statistical sampling, sensoriamento remoto, agricultura, amostragem estatística.

### 1. Introdução

Independente do integrante da cadeia agropecuária, as estimativas de safras são essenciais e necessárias, pois permitem acompanhar as tendências do mercado, reduzindo assim as especulações e seus impactos nos preços finais dos produtos agrícolas (Adami, 2004; Becker-Reshef et al., 2010; Atzberger, 2013).

Além disso, as estimativas agrícolas apresentam papel importante não somente com relação ao controle de preços agrícolas, mas também para a tomada de decisão pública para a governança, como por exemplo, a concessão de incentivos fiscais e subsídios governamentais (Erjavec et al., 2011). De modo semelhante, estas estimativas auxiliam os produtores na tomada de decisão sobre o planejamento da próxima safra e quais os preços esperar no momento da colheita (Hermelingmeier, 2010).

A obtenção destas estimativas por meio de imagens de sensoriamento remoto (SR) é uma realidade em alguns países atualmente. Um exemplo disso é a União Europeia (EU), que estima a área cultivada das principais culturas utilizando imagens adquiridas por sensores

orbitais como insumo através de um processo de amostragem probabilística estratificada (Gallego; Bamps, 2008).

O Brasil ainda não dispõe de um sistema de estimativa de safras que utilize imagens de sensores orbitais de forma contínua e sistemática para as principais culturas agrícolas (Becker-Reshef et al., 2010; Atzberger, 2013). Além disso, os sistemas atuais de previsão de safras em operação não conseguem dispor de mecanismos matemáticos/estatísticos de avaliação da qualidade do processo de estimativa (Pino, 2001), pois fazem uso de um sistema tradicional/subjetivo, oneroso e demorado.

Entretanto, Luiz et al. (2014) comentam que com o uso do SR é possível monitorar culturas representativas em termos de área, como soja, milho e cana-de-açúcar no Brasil. Além disso, é possível monitorar tanto aspectos quantitativos (relacionados a estimativas de área cultivada e de produtividade), quanto os aspectos qualitativos associado ao início do desenvolvimento vegetativo ou efeitos de adversidades climáticas destas culturas agrícolas.

Diante deste contexto, o presente trabalho teve por objetivo monitorar a área ocupada com as culturas da soja, milho e cana-de-açúcar, em pleno vigor vegetativo, no estado do Paraná a cada dois meses (bimestral) no período de novembro/2013 a junho/2014. Para tanto foram utilizadas imagens orbitais do sensor OLI/Landsat e amostragem probabilística. Os resultados oferecem além de estimativas do valor absoluto da área com cada cultura a cada bimestre, o coeficiente de variação das estimativas.

## 2. Metodologia de Trabalho

O Estado do Paraná é dividido em 10 mesorregiões, criadas pelo IBGE, que são utilizadas apenas para fins estatísticos e não se constituem em entidades político-administrativas autônomas (Figura 1). Estas dimensões possibilitam que o espaço delimitado como mesorregião tenha uma identidade regional, definida pela realidade construída ao longo do tempo pela sociedade que ali se formou (IBGE, 2013). Desta forma, dados de 2012 da produção agrícola de cana-de-açúcar, soja e milho nos municípios/mesorregiões do estado do Paraná (IBGE, 2014), foram utilizados no presente estudo.

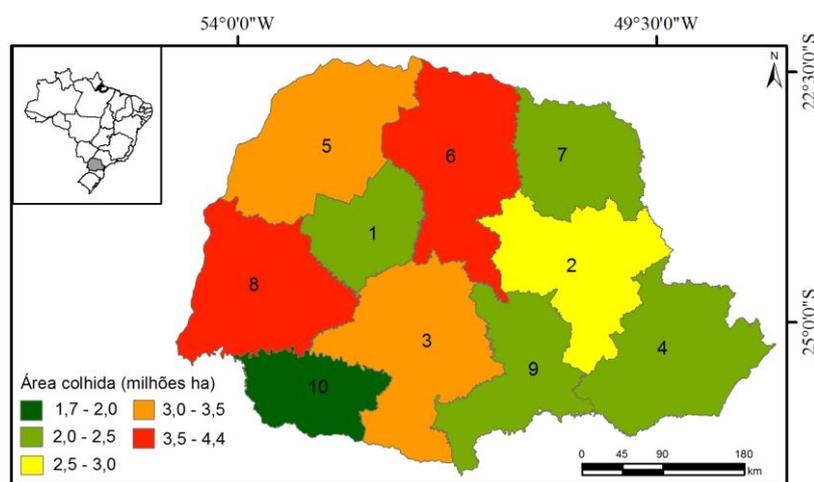


Figura 1. Área total colhida de soja, milho e cana-de-açúcar no Estado do Paraná por mesorregiões: 1 - Centro ocidental; 2 - Centro oriental; 3 - Centro sul; 4 - Metropolitana de Curitiba; 5 - Noroeste; 6 - Norte central; 7 - Norte pioneiro; 8 - Oeste; 9 - Sudeste; 10 - Sudoeste.

O processo de estimativa das culturas foi realizado através da interpretação visual de pixels sorteados aleatoriamente sobre as imagens OLI, numa composição colorida R(5)G(6)B(4), a cada dois meses, iniciando em novembro/2013 e finalizando em junho/2014, ou seja, foram obtidas uma estimativa para o período de nov/dez (p1), a segunda para jan/fev (p2), terceira para mar/abr (p3) e a última em mai/jun (p4). Estes períodos foram definidos de

acordo com o calendário agrícola das culturas cana-de-açúcar, soja e milho plantadas no estado do Paraná.

Para monitoramento das culturas na imagem orbital, Luiz e Epiphanyo (2001), definem que a metodologia visual de classificação deve ser realizada na escala de pixel ou elemento de cena, pois só assim haverá uma classificação sem mistura de culturas dentro de um mesmo talhão. Outro ponto a ser enfatizado, é que a metodologia aplicada na estimativa das culturas não resulta no total cultivado, mas sim numa estimativa da cultura em pleno desenvolvimento para cada período de estudo.

Os três itens escolhidos como de maior interesse neste estudo são as áreas anuais cultivadas com as culturas da cana-de-açúcar, soja e milho (Tabela 1). Estas culturas, além de estarem entre os dez produtos alimentícios produzidos em maior volume em todo o mundo (FAO, 2013), são as que ocupam maior área plantada no Brasil (IBGE, 2014). No Paraná, as culturas temporárias com as maiores áreas colhidas em 2012 foram, pela ordem, soja, milho, trigo e cana-de-açúcar (IBGE, 2014), também demonstrando a importância estadual das três escolhidas nesse estudo.

Tabela 1. Área (ha) total do território e área colhida de cana-de-açúcar, milho e soja, nas mesorregiões e no estado de Paraná, em 2012 (Fonte: IBGE, 2014).

<b>Estrato (mesorregião)</b>	<b>Território</b>	<b>Cana-de-açúcar</b>	<b>Milho</b>	<b>Soja</b>
Centro Ocidental	1.193.730	29.592	374.751	601.683
Centro Oriental	2.185.050	323	147.150	451.420
Centro-Sul	2.640.700	617	186.123	444.975
Metropolitana de Curitiba	2.283.100	851	135.915	73.068
Noroeste	2.448.870	335.382	133.612	169.997
Norte Central	2.455.280	179.505	576.128	751.222
Norte Pioneiro	1.572.710	100.007	337.891	397.400
Oeste	2.285.360	6.629	809.729	952.900
Sudeste	1.702.540	283	134.860	238.220
Sudoeste	1.165.010	2.320	175.571	375.920
<b>Total</b>	<b>19.932.350</b>	<b>655.509</b>	<b>3.011.730</b>	<b>4.456.805</b>

A atual metodologia se inicia com o cálculo da proporção ( $p_i$ ) de cada cultura, que é calculada simplesmente dividindo-se a área plantada pela área total no estado, conforme demonstrado na Equação 1.

$$p_i = AC_i / A \quad \text{sendo } i = 1, 2 \text{ ou } 3 \quad [1]$$

\*onde  $A$  é a área total do estado, em hectares (ha); e  $AC_i$  é a área do estado ocupada com a cultura  $i$  (1 = cana-de-açúcar; 2 = milho; e 3 = soja).

Se ordenarmos as mesorregiões do Paraná em ordem alfabética e chamarmos cada uma de estrato  $h$  e numerando-os de 1 até 10, os valores da proporção ( $p_{ih}$ ), de cada cultura  $i$  em cada estrato  $h$ , podem ser obtidos de forma semelhante, como expresso na Equação 2.

$$p_{ih} = AC_{ih} / A_h \quad \text{sendo } h = 1, 2 \dots 10 \quad [2]$$

\*onde  $A_h$  é a área total do estrato  $h$ , em hectares (ha); e  $AC_{ih}$  é a área do estrato  $h$  ocupada com a cultura  $i$ .

No início, se considerarmos cada cultura separadamente, podemos supor que cada unidade na população (cada *pixel*, no presente caso) cai dentro de uma de duas classes  $C_i$  - significando que o *pixel* é ocupado pela cultura  $i$ , e  $C_i'$  - significando que o *pixel* não é ocupado pela cultura. Nesse caso, conforme detalhado em Luiz (2009) e com base nas descrições dos cálculos envolvidos nas estimativas em amostragem de proporções, feitas por Cochran (1977), é possível afirmar que o desvio padrão ( $s_i$ ), de cada cultura  $i$  no estado e o desvio padrão ( $s_{ih}$ ), de cada cultura  $i$  em cada estrato  $h$ , podem ser obtidos pelas Equações 3 e 4, respectivamente.

$$s_i = \sqrt{[(p_i \cdot q_i)/n_i]} \text{ sendo } n_i \text{ o tamanho total da amostra e } q_i = (1-p_i) \quad [3]$$

$$s_{ih} = \sqrt{[(p_{ih} \cdot q_{ih})/n_{ih}]} \text{ sendo } n_{ih} \text{ o tamanho da amostra no estrato e } q_{ih} = (1-p_{ih}) \quad [4]$$

Ao se dividir a população em estratos, é comum definir como peso do estrato nas estimativas populacionais a proporção entre ele e a população, tomando como base os tamanhos respectivos. Nesse caso, o tamanho é expresso pela área e para calcular os pesos de cada estrato ( $W_h$ ), foi dividido a área de cada um pela área total do estado, conforme a Equação 5.

$$W_h = A_h / A \quad [5]$$

Para a definição da intensidade amostral por estrato de forma mais vantajosa para o estudo, foi utilizado o conhecimento prévio do comportamento das variáveis a serem observadas, ou seja, as áreas de cana-de-açúcar, milho e soja, no passado recente (Tabela 1). Com base nestes dados, os valores de  $p_{ih}$ ,  $s_{ih}$  e  $W_h$  foram calculados e estão expostos na Tabela 2.

A partir dos dados da Tabela 2 foi realizado o cálculo do tamanho de amostra em cada estrato, segundo os critérios da proporcionalidade ao peso  $W_h$  e da otimização por cultura em função de  $p_{ih}$  e  $s_{ih}$ . No caso da alocação proporcional, o tamanho da amostra nos estratos ( $nr_h$ ) é igual para qualquer cultura, pois só depende do tamanho do estrato em relação ao estado. Para o seu cálculo, foi multiplicado o peso do estrato ( $W_h$ ) pelo tamanho total da amostra ( $n_i$ ), que nesse caso foi definido como igual para todas as culturas ( $n_1 = n_2 = n_3 = 5.000$ ). Para a alocação ótima, o tamanho da amostra em cada estrato ( $no_{ih}$ ) é definido levando-se em conta também o desvio padrão da cultura  $i$  em cada caso, como expresso na Equação 6.

$$no_{ih} = n_i \cdot (W_h \cdot s_{ih}) / \sum (W_h \cdot s_{ih}) \quad [6]$$

Para obter-se o tamanho de amostra em um estrato pela alocação média ( $nm_h$ ) e pela alocação máxima ( $nx_h$ ), basta calcular a média e o máximo, respectivamente, entre os tamanhos de amostra ótimos das culturas naquele estrato ( $no_{ih}$ ). Entretanto, ao adotar-se o maior valor entre as três culturas ( $nx_h$ ), ou o valor ótimo para o pior caso, foi encontrado um tamanho final da amostra  $nx = 7.616$ , o que é 52,3% maior que o tamanho inicial proposto. Para manter o tamanho total na dimensão preestabelecida, é proposta a alocação máxima corrigida ( $nc_h$ ), que é obtida da aplicação da Equação 7.

$$nc_h = nx_h \cdot n / \sum nx_h \quad [7]$$

Tabela 2. Proporção de área ( $p_{ih}$ ) e respectivo desvio padrão ( $s_{ih}$ ) para as culturas de cana-de-açúcar, soja e milho, e peso ( $W_h$ ) de cada estrato no Estado do Paraná, 2012.

Estrato ( $h$ )	Mesorregião	$p_{ih}$			$s_{ih}^*$			$W_h$
		Cana-de-açúcar	Milho	Soja	Cana-de-açúcar	Milho	Soja	
1	Centro Ocidental	0,0248	0,3139	0,5040	0,0070	0,0208	0,0224	0,0599
2	Centro Oriental	0,0001	0,0673	0,2066	0,0005	0,0112	0,0181	0,1096
3	Centro-Sul	0,0002	0,0705	0,1685	0,0007	0,0114	0,0167	0,1325
4	Metropolitana de Curitiba	0,0004	0,0595	0,0320	0,0009	0,0106	0,0079	0,1145
5	Noroeste	0,1370	0,0546	0,0694	0,0154	0,0102	0,0114	0,1229
6	Norte Central	0,0731	0,2346	0,3060	0,0116	0,0190	0,0206	0,1232
7	Norte Pioneiro	0,0636	0,2148	0,2527	0,0109	0,0184	0,0194	0,0789
8	Oeste	0,0029	0,3543	0,4170	0,0024	0,0214	0,0221	0,1147
9	Sudeste	0,0002	0,0792	0,1399	0,0006	0,0121	0,0155	0,0854
10	Sudoeste	0,0020	0,1507	0,3227	0,0020	0,0160	0,0209	0,0584
Total no Estado do PR**		0,2097	0,0322	0,0186	0,0025	0,0051	0,0059	-

\* O cálculo supõe amostra aleatória simples tamanho  $n_{ih} = 500$  para cada estrato e  $n = 5.000$  para o estado. \*\* Os valores se referem à  $p_i$  e  $s_i$ .

Tabela 3. Tamanhos de amostra calculados para cada tipo de alocação em cada estrato.

Estrato (mesorregião)	Alocação						
	Proporcional ( $nr_h$ )	Ótima ( $no_{ih}$ )			Média ( $nm_h$ )	Máxima ( $nx_h$ )	Corrigida ( $nc_h$ )
		Cana	Milho	Soja			
<b>Centro Ocidental</b>	299	394	424	394	404	424	279
<b>Centro Oriental</b>	548	56	419	584	353	584	384
<b>Centro-Sul</b>	662	86	518	653	419	653	429
<b>Metropolitana de Curitiba</b>	573	93	414	265	257	414	272
<b>Noroeste</b>	614	1.785	426	411	874	1.785	1.172
<b>Norte Central</b>	616	1.355	797	747	966	1.355	890
<b>Norte Pioneiro</b>	395	814	495	451	587	814	534
<b>Oeste</b>	573	261	837	744	614	837	550
<b>Sudeste</b>	427	47	352	390	263	390	256
<b>Sudoeste</b>	292	110	319	360	263	360	236
<b>Total</b>	4.999	5.001	5.001	4.999	5.000	7.616	5.002

Como se pode ver na Tabela 3, onde aparecem todos esses valores calculados para um tamanho de amostra total proposto de  $n=5.000$ , a alocação individual ótima difere bastante de uma cultura para outra e mais ainda quando comparadas à alocação proporcional. Após o cálculo das amostras, estas foram sorteadas aleatoriamente sobre os pixels da imagem, onde foram classificados em cana-de-açúcar, soja, milho, nuvem e outros. Nesta etapa, foram utilizadas imagens do sensor OLI/Landsat-8, conforme Tabela 4, sendo adquiridas entre os períodos de novembro/2013 a junho/2014.

Tabela 4. Órbitas e pontos de imagens do satélite Landsat-8.

Órbitas	220	221	222	223	224
Pontos	77 e 78	76 a 78	76 a 78	76 a 78	76 a 78

### 3. Resultados e Discussão

Todos os resultados da estimativa são apresentados na Tabela 5, onde pode ser observado além da área estimada, o coeficiente de variação (*CV*) de cada cultura e para cada período. A cana-de-açúcar, por ser considerada uma cultura semi-perene, apresenta pouca variação do *CV*, pois pode ser identificada e monitorada nas imagens durante todo o ano, onde quase sempre os pontos ou talhões a serem interpretados estão com a cultura em pleno desenvolvimento. Já a soja e o milho, por se tratar de culturas temporárias, apresentam em determinados períodos o *CV* alto, devido a sua periodicidade de cultivo. No caso do Paraná, a soja em sua grande maioria é cultivada entre os meses de novembro e fevereiro, onde se encontra os menores *CV* desta cultura. O milho por sua vez, cultivado logo após a colheita da soja e quase sempre no mesmo talhão, entre os meses de março e abril, apresenta os menores *CV* nos períodos de março/abril e maio/junho, onde pode ser identificado visualmente nas imagens em pleno desenvolvimento.

Tabela 5. Área estimada e Coeficiente de variação (*CV*), das estimativas das áreas com cana-de-açúcar, milho e soja, no Paraná, considerando as proporções observadas em 2012 e uma amostra aleatória simples de tamanho  $n=5.000$ , para cada período de estudo.

Período	Cana-de-açúcar		Milho		Soja	
	Área (ha)	CV (%)	Área (ha)	CV (%)	Área (ha)	CV (%)
Nov/Dez (p1)	703.902	3,4628	252.367	7,2880	2.084.996	1,8879
Jan/Fev (p2)	581.744	3,0784	199.712	8,2935	4.145.278	1,4282
Mar/Abr (p3)	575.318	3,1198	620.430	3,9147	648.589	4,6405
Mai/Jun (p4)	532.391	3,3483	1.736.426	2,1695	37.929	16,8785

A Figura 3 mostra um exemplo da dinâmica agrícola na mesorregião norte central do Paraná, e o quão importante é o conhecimento prévio do calendário agrícola da região, bem como, o comportamento espectral das culturas na imagem orbital para classificação dos pixels. O ponto 1 pode ser monitorado e classificado (talhão de cana-de-açúcar) durante todo o período analisado, com exceção da cena (d), a qual se apresenta com nuvens. Já o ponto 2, se apresenta como solo exposto em (a), porém nas cenas (b) e (c) pode ser classificado (talhão de soja), sendo posteriormente colhida nas cenas (e) e (f). Já nas cenas (g) e (h) o ponto 2 é classificado como milho. Portanto, é evidente a importância do conhecimento da resposta espectral das culturas estudadas. Como podemos perceber na Figura 3(d) um dos grandes desafios desta metodologia é a presença de nuvens nas imagens, impossibilitando a identificação e assim a precisão das estimativas. Este mesmo problema foi relatado por

Sugawara et al. (2008) ao analisar imagens TM sobre o estado do Paraná, demonstrando que a presença de nuvens nos meses de verão, não permite o mapeamento de soja em todo o estado com uso singular dos dados TM.

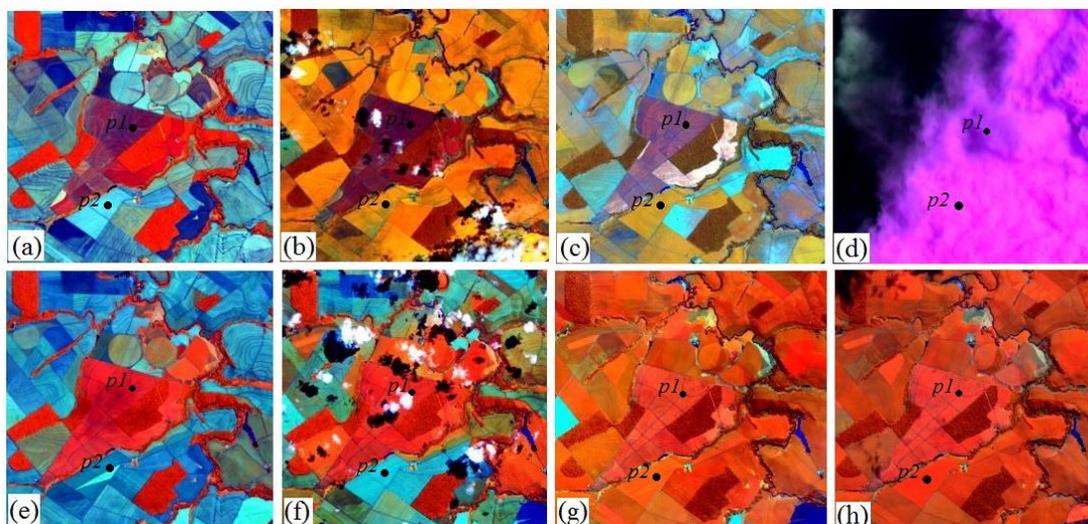


Figura 3. Exemplo de imagens do sensor OLI/Landsat utilizadas na interpretação dos pixels, composição colorida R(5)G(6)B(4). (a) 09//11/2013; (b) 11/12/2013; (c) 28/01/2014; (d) 13/02/2014; (e) 17/03/2014; (f) 02/04/2014; (g) 04/05/2014; (h) 05/06/2014.

Diferentemente do mapeamento de toda área do estado, a abordagem amostral é especialmente adequada às aplicações nas estimativas agrícolas por meio de sensoriamento remoto pelo fato da dificuldade em se obterem imagens totalmente isentas de nuvens sobre grandes extensões contínuas, nas regiões tropicais e subtropicais, e nas épocas apropriadas aos principais usos agrícolas. Se fosse necessária a obtenção de imagens livres de nuvens, em um curto período de tempo, compatível com a permanência da cultura em pleno desenvolvimento vegetativo, para a confecção de um mapa completo de ocupação do solo de um estado, dificilmente a estimativa resultante poderia ser incorporada em um método rotineiro de previsão de safras, pelo risco de não haver disponibilidade de informação ao prazo necessário.

#### 4. Conclusões

- (1) Esta metodologia pode ser considerada adequada devido a rápida obtenção dos resultados perante uma escala estadual de estimativa agrícola, além do CV aceitável para as culturas.
- (2) As imagens orbitais, como as da série Landsat, podem ser consideradas apropriadas para a classificação do pixel e identificação da cultura agrícola, devido a sua resolução espacial e temporal.
- (3) O uso do painel amostral se mostrou eficiente mesmo com uso de imagens com nuvens para o monitoramento de cana-de-açúcar, soja e milho nos quatro períodos avaliados.

#### Agradecimentos

A Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo financiamento do projeto n. 402597/2012-5, o qual se originou este trabalho.

#### Referências bibliográficas

Adami, M. **Estimativa de áreas agrícolas por meio de técnica de sensoriamento remoto, geoprocessamento e amostragem**. 2004. 185p. (INPE-10235-TDI/900). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2004.

Atzberger, C. Advances in remote sensing of agriculture: context description, existing operational monitoring systems and major information needs. **Remote Sensing**, 2013, 5, 949-981.

Reshef, I. B.; Justice, C.; Sullivan, M.; Vermote, E.; Tucker, C.; Anyamba, A.; Small, J.; Pak, E.; Masuoka, E.; Schmaltz, J.; Hansen, M.; Pittman, K.; Birkett, C.; Williams, D.; Reynolds, C.; Doorn, B. Monitoring global croplands with coarse resolution earth observations: the global agriculture monitoring (GLAM) project. **Remote Sensing**, 2010, 2, 1589-1609.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento safra 2013/2014, abril de 2014**. Brasília: Conab, 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_08\\_08\\_09\\_39\\_29\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_s\\_abril\\_2014\\_1o\\_lev.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_s_abril_2014_1o_lev.pdf)>. Acesso: 29 set. 2014.

Erjavec, E.; Chantreuil, F.; Hanrahan, K.; Donnellan, T.; Salputra, G.; Kožar, M.; Van Leeuwen, M. Policy assessment of an EU wide flat area CAP payments system. **Economic Modelling**, n.28, p.1550-1558, 2011.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT Database. Disponível em: <[http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities\\_by\\_regions/E](http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities_by_regions/E)>. Acesso em: 05 nov.2014.

Gallego, J.; Bamps, C. Using CORINE land cover and the point survey LUCAS for area estimation. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, n.10, p.467-475, 2008.

Hermelingmeier, C. The competitive firm and the role of information about uncertain factor prices. **Economic Modelling**, n.27, p.547-552, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal. Culturas temporárias e permanentes 2012**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default.shtm>. Acesso: 15.out.2013.

Luiz, A. J. B.; Eberhardt, I. D. R.; Formaggio, A. R. **Lições da Comunidade Europeia. Monitoramento agrícola no Mercosul**. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 23 , n. 2, p. 133-134, 2014. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/RPA%202%202014.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/RPA%202%202014.pdf)>. Acesso: 24.out.2014.

Luiz, A. J. B.; Epiphanyo, J. C. N. Amostragem por pontos em imagens de sensoriamento remoto para estimativa de área plantada por município. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10, Foz do Iguaçu. **Anais ...** São José dos Campos: INPE, 2001, p. 111-118.

Pino, F. A. Estatísticas Agrícolas para o Século XXI. Agricultura em São Paulo, v. 46, n. 2, p.71-105, 1999.

Sugawara, L. M.; Rudorff, B. F. T.; Adami, M. Viabilidade de uso de imagens do Landsat em mapeamento de área cultivada com soja no Estado do Paraná. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n.12, p.1777-1783, 2008.