

## Uso e cobertura das terras do Município de Campinas para análise da urbanização na área rural

Ivan André Alvarez<sup>1</sup>  
Carlos Fernando Quartaroli<sup>1</sup>  
Sérgio Gomes Tosto<sup>1</sup>  
Nathan Yuri Machado Zanqueta<sup>2</sup>  
Mateus Batistella<sup>1</sup>  
Cristina Criscuolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Monitoramento por Satélite – CNPM  
Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão  
13070-115 – Campinas – SP, Brasil  
ivan.alvarez@embrapa.br  
carlos.quartaroli@embrapa.br  
sergio.tosto@embrapa.br  
mateus.batistella@embrapa.br  
Cristina.criscuolo@embrapa.br

<sup>2</sup> Bolsista PBIC-CNPq / Embrapa Monitoramento por Satélite – CNPM  
nathan.zanqueta@colaborador.embrapa.br

**Abstract.** The knowledge of rural environments occupation is important to understand the urbanization spread to peripheral rural areas. Campinas is the 3rd country metropolitan region in wealth production and lately has been losing rural space to the expansion of urban and industrial areas. The aim of this study is to evaluate the use of land in Campinas municipality, in two dates, considering rural areas as priority. To realize it, Campinas WorldView2 images of 2012 were analyzed and compared to results obtained in 2003. Data visual interpretation was performed and results in classification of use and land cover images. The analysis considered five classes: urbanized areas (AU), areas with predominantly herbaceous vegetation (VH), areas with predominantly arboreal vegetation (VA), areas with crops (AL), areas with forestry (AS), bare soil (SE) and water (CA). In rural areas, in 2012, the class that stood out was VH with 52.19%, following AL – 16.82%, VA -16.63%, AS – 6.26%, AU - 5.41%, CA – 1.63% e SE - 1.07%. Compared to 2003, there was a built environment increase of 51.84% in rural areas. The results showed that there is a tendency to increase the presence of buildings in the rural area (AU), occupying locals with herbaceous and tree vegetation, but with size still insignificant compared to the extension of urban area. Further field studies are needed to validate the presented results and to understand if the increase in built-up areas is concerned solely with the presence of condominiums or other elements such as logistics are influencing.

Palavras-chave: geotecnologias, sensoriamento remoto, planejamento rural, área peri-urbana.

## 1. Introdução

As áreas de interesse no meio rural, compostas por APPs, áreas para conservação, fragmentos de vegetação nativa, áreas agrícolas e de fornecimento de água são essenciais para a manutenção dos serviços ambientais, inclusive para a sustentabilidade das áreas urbanas.

Originalmente, a vegetação que recobria Campinas era composta de florestas densas, cerrado e campos, cujos remanescentes ainda se encontram na forma de fragmentos, principalmente na Área de Proteção Ambiental (APA) de Campinas.

Devido ao histórico de uso e ocupação, Campinas possui áreas que há muito tempo vem sendo ocupadas com agricultura, mas que neste século vem perdendo essas características para dar lugar a empreendimentos imobiliários, industriais, comerciais e de logística.

A interpretação de imagens aéreas e orbitais, permite estabelecer relações dinâmicas sobre a ocupação do solo e constitui um fator de agilidade para providências imediatas pelo poder gestor. Algumas peculiaridades sobre a superfície terrestre podem ser mais bem visualizadas com a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Estudos sobre o uso e cobertura das terras sobre Campinas terra em Campinas vêm sendo realizados ao longo do tempo, em especial por meio de geotecnologias sobre o meio físico-geológico (YOSHINAGA & PIRES NETO, 1993); de uso e cobertura de terras (COUTINHO, A. C., 1997; BATISTELLA, M. et al., 2003) e de mapa pedológico (VALLADARES, G. S. et al., 2008).

## 2. Objetivo

Diagnosticar a expansão de áreas de urbanização sobre a área rural de Campinas.

## 3. Material e Métodos

A área de estudo compreende a área do município de Campinas (SP) externa ao seu perímetro urbano (Figura 1), considerada como “área rural”. O município de Campinas possui área total de 794,43 km<sup>2</sup>, com 386,02 km<sup>2</sup> em seu perímetro urbano. Sua população em 2010 era de 1.080.113 habitantes (IBGE, 2010).

O mapeamento de uso e cobertura das terras em 2012 foi feito por interpretação visual de imagem obtida pelo satélite WorldView 2 em 2012, com 50 cm de resolução espacial. Os diversos tipos de uso e cobertura das terras presentes na área de estudo foram agrupados em sete classes:

- CA (corpos d' água): composta pelas áreas com lagos, açudes, grandes tanques e reservatórios de água. Cursos d' água de pequena largura foram incluídos na classe de uso e cobertura do terreno que os circundavam.
- VH (vegetação herbácea): composta pelas áreas com predominância de vegetação herbácea, normalmente associadas a áreas de pastagens destinadas à pecuária, relvados paisagísticos e esportivos, terrenos baldios e áreas de vegetação natural com fisionomia campestre.
- VA (vegetação arbórea): composta pelas áreas com predominância de vegetação arbórea, natural ou plantada, exceto áreas destinadas à silvicultura. Árvores isoladas ou pequenos conjuntos de árvores foram incluídos na classe de uso e cobertura do terreno que os circundavam.
- AS (áreas de silvicultura): composta pelas áreas com cultivo de espécies arbóreas destinadas à produção de madeira e outros produtos florestais, sobretudo espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*.
- AL (áreas de lavouras): áreas ocupadas por lavouras permanentes ou temporárias.
- SE (solo exposto): áreas com exposição do solo ou do subsolo, normalmente associadas a áreas de mineração, áreas degradadas por processos erosivos e áreas com revolvimento do solo para a construção civil.

- AU (áreas urbanizadas e edificadas): composta pelas áreas urbanizadas ou em processo de urbanização, identificadas na imagem por conjuntos de edificações dispostas ao longo de rede viária e grandes áreas isoladas com predominância de solo impermeabilizado, edificadas ou não (pátios, grandes rodovias, estacionamentos). Pequenas áreas não impermeabilizadas em meio às edificações (jardins, quintais, praças, parques e lotes sem construção) também foram incluídas em AU. Por outro lado, pequenas edificações isoladas em meio a áreas vegetadas ou com lavouras foram incluídas na classe de uso e cobertura do terreno que as cercavam. Grandes áreas com solo exposto ou vegetadas, em meio a áreas tipicamente urbanas foram discriminadas e classificadas como VH, VA ou SE.

A alta resolução espacial das imagens WorldView permitiu a fácil identificação visual das sete classes de uso e cobertura das terras, bem como a delimitação, em meio digital, das áreas pertencentes a cada classe. Essas tarefas foram executadas com o auxílio do software ArcGis 10.2 e resultaram em um arquivo vetorial do tipo shapefile, composto pelos polígonos delimitadores das áreas de cada classe. A classe de uso e cobertura atribuída a cada polígono foi armazenada em um arquivo do tipo dbf contendo um registro associado a cada polígono delimitado.

Posteriormente, foi realizada a intersecção digital do arquivo vetorial de uso e cobertura das terras em 2012 com arquivo semelhante, correspondente a situação de uso e cobertura em 2003, resultante de mapeamento realizado por Batistella (2003), previamente reclassificado para adequar suas classes originais às sete classes de uso e cobertura definidas para o mapeamento de 2012. Da intersecção de ambos os arquivos, resultaram novos polígonos, contendo em seus registros a classe de uso e cobertura em 2003 e em 2012. O arquivo gráfico resultante da intersecção foi utilizado na confecção dos mapas de alteração de uso e cobertura das terras, na quantificação das áreas de cada tipo de alteração e na quantificação das áreas de expansão, retração e permanência de cada classe de uso e cobertura.

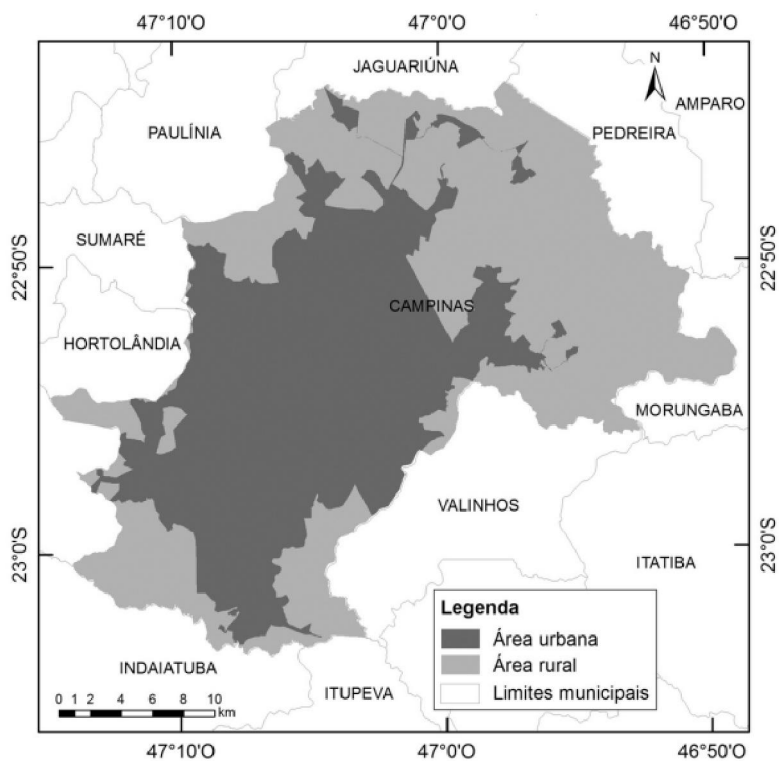


Figura 1. Limites do perímetro urbano e da área rural de Campinas.

#### 4. Resultados e Discussão

A matriz de alterações no uso e cobertura das terras é apresentada na Tabela 1. Os elementos da diagonal principal da matriz mostram a quantificação das áreas que apresentavam a mesma classe de uso e cobertura nos anos de 2003 e 2012 (áreas de permanência). Os demais elementos da matriz referem-se à quantificação das áreas com alterações no uso e cobertura das terras.

Tabela 1. Matriz de alterações das classes de uso e cobertura das terras da área rural de Campinas confrontando os anos de 2003 e 2012.

		Uso 2012						
		CA	VA	VH	AL	AS	SE	AU
Uso 2003	CA	3,39	0,14	0,43	0,08	0,02		0,05
	VA	0,86	31,99	9,16	1,79	1,76	0,01	1,20
	VH	1,64	21,38	180,12	17,32	5,83	3,00	6,18
	AL	0,33	2,18	4,74	47,47	0,51	0,01	0,86
	AS	0,15	9,87	14,21	0,67	16,97	0,69	0,54
	SE	0,08	0,16	0,50	0,10	0,00	0,59	0,05
	AU	0,07	1,00	0,30	0,07	0,02	0,00	12,85

A soma dos elementos de uma coluna da matriz da Tabela 1, exceto o elemento pertence a sua diagonal principal, representa a área total de expansão da classe título da coluna. Os títulos das linhas representam os tipos de uso ou cobertura existentes em 2003 nas áreas de expansão. A soma dos elementos de uma linha da matriz, exceto o elemento pertencente a sua diagonal principal, representa a área total de retração da classe título da linha. Os títulos das colunas representam os tipos de uso ou cobertura existentes em 2012 nas áreas de retração. Como exemplo, o valor 1,20 km<sup>2</sup> (linha VA e coluna AU) representa a área de expansão de AU sobre VA, ou a área de retração de VA provocada pela expansão de AU.

As áreas totais ocupadas por cada classe de uso e cobertura das terras em 2003 e 2012 são apresentadas na Tabela 2 juntamente com as áreas totais de permanência, expansão e retração de cada classe. A diferença entre as áreas de expansão e retração representam a alteração líquida nas áreas totais de cada classe de uso e cobertura, quando comparadas a situação de 2012 com a de 2003.

Tabela 2. Áreas de expansão, retração e permanência; áreas totais em 2003 e 2012 e a diferença entre os dois anos (km<sup>2</sup>) de cada classe de uso e cobertura.

	expansão	retração	permanência	2003	2012	2012-2003
CA	3,13	0,71	3,39	4,11	6,53	2,42
VA	34,73	14,78	31,99	46,78	66,73	19,95
VH	29,34	55,35	180,12	235,47	209,45	-26,02
AL	20,03	8,64	47,47	56,11	67,50	11,39
AS	8,15	26,13	16,97	43,10	25,11	-17,98
SE	3,71	0,89	0,59	1,48	4,30	2,82
AU	8,88	1,46	12,85	14,31	21,73	7,42

Do total das áreas rurais do município 73,1 % apresentavam, em 2012, o mesmo tipo de uso e cobertura das terras que apresentavam em 2003 (Figura 2), quando consideradas as sete classes de uso e cobertura utilizadas neste trabalho. O restante da área apresentou algum tipo de alteração dentro das sete classes.

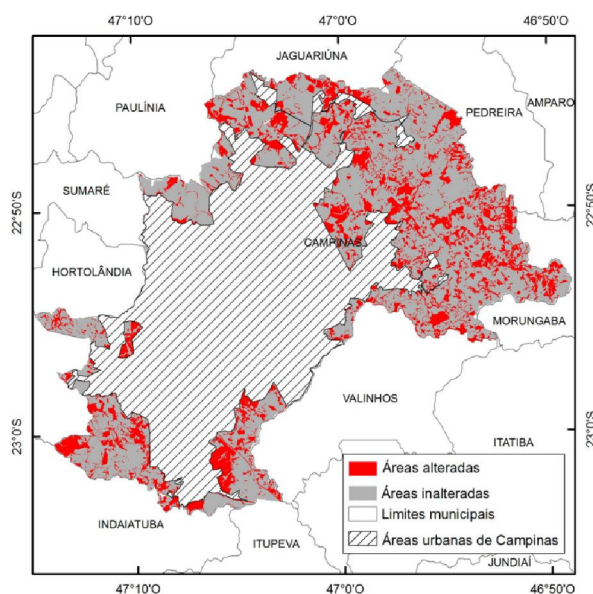


Figura 2. Áreas com uso ou cobertura alterados e inalterados (permanência) na área rural do município de Campinas confrontando os anos de 2003 e 2012.

A maior parte das terras da área rural de Campinas apresentava-se coberta por vegetação herbácea em 2012 (52,19% do total), seguidas pelas áreas com lavouras e com vegetação herbácea, ambas com cerca de 17% da área total rural (Tabela 3). As áreas urbanizadas (AU) aumentaram cerca de 51,84% de 2003 para 2012, Os 14,31 km<sup>2</sup> urbanizados existentes em 2003 passaram para 21,73 km<sup>2</sup> em 2012. Do total de expansão das AU (8,88 km<sup>2</sup>), 69,6% referem-se a expansão sobre VH e 13,5 % sobre VA.

Tabela 3. Área (km<sup>2</sup>) e porcentual de cada classe de uso e cobertura das terras em relação à área rural em 2012

Classes	VH	AL	VA	AS	AU	CA	SE	Total geral
Área (km <sup>2</sup> )	209,45	67,50	66,73	25,11	21,73	6,53	4,30	401,35
Porcentual (%)	52,19	16,82	16,63	6,26	5,41	1,63	1,07	100

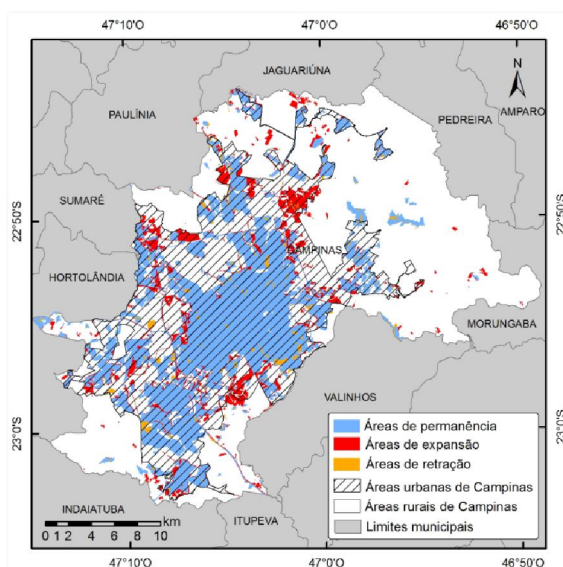


Figura 3. Área de expansão, retração e permanência (km<sup>2</sup>) de urbanização em Campinas.

As áreas com vegetação herbácea em 2003 foram predominantemente substituídas por áreas com vegetação arbórea (38,63% da área total de retração de VH). Pelas imagens de 2003 e de 2012, observa-se que muitas dessas áreas estão relacionadas à regeneração da vegetação em pastos abandonados, que adquiriram fisionomia arbórea em 2012. A retração de VH por AU foi pequena, pois se comparada no geral, representa apenas 11,16 % do total de VH que retraiu. O total de VH que retraiu representa apenas 23% da área inicial de VH que existia em 2003, embora houvesse também aumento de área com VH, advinda de outras classes.

A retração das áreas de silvicultura e de solo exposto totalizaram 60% da área original apresentada por essas classes em 2003. A conversão de AS para VH deve-se, sobretudo, a áreas de corte recente de madeira, ocupadas por vegetação invasora.

Há também expansão de VH sobre VA; essas áreas em sua maioria, estão relacionadas à supressão da vegetação arbórea e o posterior crescimento de espécies colonizadoras. Esse tipo de conversão é muito frequente no processo de implantação de loteamentos. Até que a área se consolide como área urbanizada edificada, a vegetação colonizadora sobretudo de aspecto herbáceo cobrem o solo dessas áreas. Em uma fase seguinte, a implantação de áreas verdes arborizadas dentro desses loteamentos podem promover, em parte, a reconversão da vegetação herbácea em arbórea.

Outro aspecto a considerar quando comparados os usos e coberturas de 2003 e 2012 é o aumento das áreas ocupadas por lavouras, de 56,11 km<sup>2</sup> para 67,50km<sup>2</sup>, com expansão de 20,3 km<sup>2</sup> e retração de 8,64 km<sup>2</sup>. A predominância de vegetação herbácea na área rural de Campinas demonstra como a área rural ainda é pouco utilizada para cultivo de lavouras ou mesmo para cultivo de espécies de silvicultura.

#### 4. Conclusão

O estudo de uso e cobertura das terras permite concluir que a urbanização está avançando para as áreas rurais de Campinas em detrimento de áreas anteriormente ocupadas por atividades tipicamente agropecuárias.

#### 5. Referências

- BATISTELLA, M. et al. Base de dados geográficos para o Município de Campinas com ênfase no uso e cobertura das terras. Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003, 45 p.
- COUTINHO, A. C. Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências da USP, São Paulo, 1997.
- VALLADARES, G. S. et al. Mapa Pedológico do Município de Campinas, SP. Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008, **Comunicado Técnico** 24.
- YOSHINAGA, S.; PIRES NETO, A.G. Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do Município de Campinas (SP). Relatório de integração, Embrapa Monitoramento por Satélite, 1993.