

## LEVANTAMENTO EXPEDITO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO POR MEIO DE IMAGENS ORBITAIS

G.M. Siqueira, J.M. Bezerra

Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 – Recife (PE, Brasil). e-mail: [gleciosiqueira@hotmail.com](mailto:gleciosiqueira@hotmail.com), web: <http://www.ufrpe.br>

**RESUMO.** Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de ferramentas de GIS para melhoria do levantamento expedito e do mapa de uso e ocupação do solo no Município de Campo do Meio (Minas Gerais, Brasil), localizado entre 21° 00' a 21° 20' de latitude sul e 44° 40' a 45° 55' de longitude oeste. As unidades de solos ocorrentes na região são: os Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos; Argissolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho. O levantamento expedito do solo foi realizado considerando as principais formas do relevo e vegetação natural ocorrentes na região. O mapa de uso de solo foi confeccionado por meio de imagens de satélite (CBERS) e excursões “*in loco*”. O uso de ferramentas e técnicas SIG, complementado por levantamento de campo proporcionou a geração de informações que subsidiam o planejamento sustentável dos recursos naturais, minimizando os impactos ambientais negativos e otimizando o uso e manejo do solo.

**ABSTRACT.** This study aimed to evaluate the use of GIS tools for improving the quick survey and to map use and occupation of land in the municipality of Campo do Meio (Minas Gerais, Brazil), located between 21° 00' to 21° 20' South latitude and 44° 40' to 45° 55' West longitude. The soil units occurring in the area are: Fluvisols, Gleysols; Acrisols and Ferralsols. The soil survey was carried out expeditiously considering the main relief forms and natural vegetation occurring in the region. The land use map was made using satellite images (CBERS) and excursions “*in situ*”. The use of GIS tools and techniques, complemented by field survey provided the generation of information that support the planning of natural resources, minimizing the negative environmental impacts and optimize the use and soil management.

*loco*” permite que seja amostrada uma a maior quantidade de pontos de informação, para se determinar com maior confiabilidade a distribuição e ocorrência das classes de solos. As informações obtidas com o levantamento expedito dos solos também podem ser extrapoladas para diferentes finalidades conforme o uso pretendido. Desta maneira o levantamento expedito de solos tem como características principais:

- o planejamento racional de uso do solo que envolva atividades agrosilvipastoris;
- suporte para cadastro rural;
- avaliação de terras (ex. aquisição de terras, indenização de áreas inundadas por represas, hidrelétricas, desapropriações para fins de reforma agrária);
- escolha de áreas para projetos de colonização ou loteamentos rurais e urbanos;
- escolha de áreas apropriadas para descarte de resíduos (aterros e lixões);
- estudo de obras de engenharia (construção de estradas, aeroportos, fábricas).

Diante da série de informações fornecidas pelo mapeamento expedito de solo, é preciso ter em mente que este tipo de levantamento é exploratório, e que dependendo da precisão necessária mais estudos devem ser realizados para se determinar atributos físicos e químicos do solo que não podem ser levantados em campo e que requerem análise em laboratório para a sua determinação. Por outra parte, este tipo de levantamento é mais demorado e os custos operacionais são elevados inviabilizando o mapeamento de solos, principalmente no caso da aquisição de terras para uso agrícola.

Como o levantamento expedito do solo requer a verificação “*in loco*”, pode-se otimizar o tempo e recursos realizando o levantamento de uso e ocupação do solo de uma determinada região. De acordo com Schindwein et al. (2007), o conhecimento do uso e cobertura do solo favorece para que medidas que garantam a preservação e manutenção do meio ambiente e a gestão do espaço seja adequada à realidade. O mapeamento do uso e cobertura do solo é de grande importância, visto que o uso de forma não planejada degrada o meio ambiente. Com este mapeamento facilita-se a detecção de áreas exploradas de forma inadequada e, com sua localização precisa, promove-se a tomada de decisões pelos órgãos competentes encarregados da fiscalização.

Devido a grande gama de informações que tais levantamentos oferecem, se faz necessário o uso de ferramentas específicas, que permitam o refinamento das informações coletadas em campo. Segundo Silva e Vieira (2007), a utilização de técnicas de sensoriamento remoto

### 1.- Introdução

O levantamento clássico de classificação e de reconhecimento do solo tem como objetivo a estimativa de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo (IBGE, 2007). Assim, não considera as variações de relevo e paisagem que podem influenciar sobre a manifestação das manchas de solos. Por outra parte, neste tipo de levantamento são realizados um grande número de análises laboratoriais que permite o levantamento das classes de solo com precisão, segundo a classificação do solo de interesse.

No levantamento expedito do solo, a verificação “*in*

para análise do uso e cobertura do solo permite o planejamento e administração de ocupação de forma ordenada e racional, monitorar e avaliar áreas de vegetação natural. Stern et al (2005) afirmam que a cartografia digital e os Sistemas de Informações Geográficas introduziram um avanço tecnológico na coleção e armazenamento de dados para inventários, monitoramento, análise e simulação ambientais. Com isso, a rápida modificação do meio físico decorrente da intensificação e da modernização da agricultura, particularmente, em áreas de expansão de fronteira agrícola, impõe a adoção de técnicas e de diagnóstico que acompanhem a dinâmica espaço-temporal do uso da terra (Luis et al., 2007).

Desta maneira, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de ferramentas de GIS para melhoria do levantamento expedito e do mapa de uso e ocupação do solo no Município de Campo do Meio (Minas Gerais, Brasil).

## 2.- Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Município de Campo do Meio (Minas Gerais, Brasil), localizado na região Sul do Estado de Minas Gerais. Segundo censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Campo do Meio é um município com 275 km<sup>2</sup> de extensão territorial, com predominância de topografia plana e suave ondulada e altitude média de 840 m, cortada por redes drenagem que deságuam na Represa de Furnas (Fig. 1).



Fig. 1. Mapa de localização do Município de Campo do Meio, Estado de Minas Gerais, Brasil

O clima da região é classificado como clima tropical moderado úmido (Cwb), segundo classificação de Köppen, com temperatura anual em torno de 23 °C e inverno de dois a quatro meses seco e déficit hídrico pequeno, entre 10 mm e 30 mm, sendo seu regime de captações médias 1400 a 1700 mm (Costa 1998).

As principais classes de solos presentes na região de acordo com Brasil (1962) e Bertoldo et al. (2005) são: Neossolos Flúvicos (RU), derivados de sedimentos aluviais; Gleissolos Háplicos (GX); Argissolo Vermelho Amarelo (PVA), com horizonte B textural e atividade baixa de argila; e Latossolo Vermelho, com vegetação de cerrado (LVc) e com vegetação de floresta tropical sempre verde (LVsv). O material de origem predominante esta composto por rochas

alóctones, com adição de materiais detríticos (cascalho e areias). Nas partes mais elevadas são encontrados metaquartzitos com predominância de dolomita e calcita.

A vegetação da região encontra-se dentro do domínio da Mata Atlântica, na Floresta Estacional Semidecidual. Verifica-se também na região uma diferenciação da vegetação natural com transições entre a Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado, sendo que a vegetação de cerrado ocorre principalmente na porção norte do município.

De acordo com IBGE (2013) a população do município é 11.476 habitantes. A economia do município é fundamentada na atividade agropecuária e no setor de serviços. A pecuária no município fundamenta-se na produção de gado de corte e gado de leite. A produção agrícola do município esta concentrada nas lavouras de café e milho com maior expressão sobre o PIB do município, havendo ainda plantações de arroz (sequeiro e várzea), feijão, alho, tomate e cana-de-açúcar.

O mapa de solos do município foi realizado em 1962 (Brasil) em escala 1:250.000, posteriormente adaptado a nova nomenclatura do SBCS – Sistema Brasileiro de Classificação do Solo por Bertoldo et al. (2005). O levantamento expedito do solo foi realizado com o objetivo de melhorar o mapa de solos original, por meio de ferramentas simplificadas de trabalho em campo, em 40 pontos conforme Fig. 2.

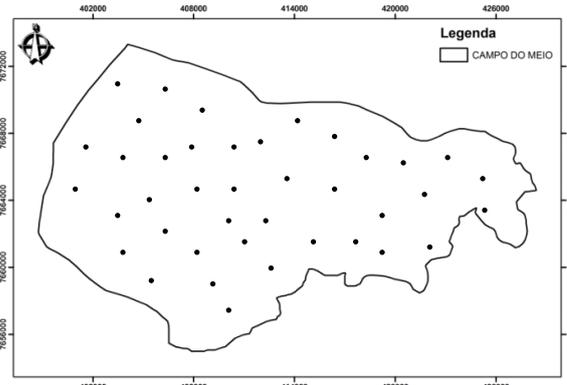


Fig. 2. Localização dos pontos onde foram executados os trabalhos de levantamento expedito do solo e uso e ocupação

As tradagens nos 40 pontos de amostragem foram realizadas até aproximadamente 1,5 m de profundidade, sendo o material recolhido avaliado a cada 0,2 m de profundidade com relação às seguintes características: cor, textura, consistência e plasticidade, determinados em campo seguindo os procedimentos descritos IBGE (2007). Durante as excursões de campo eram avaliados também a presença de afloramento rochoso ao longo da paisagem, e nos caminhos e estradas rurais com presença de barranco a estrutura do solo também era avaliada, conforme IBGE (2007). Tais parâmetros foram avaliados para se determinar a profundidade do solo, mudanças texturais no perfil do solo e presença de lençol freático próximo à superfície, fatores predominantes para a separação das

principais classes de solos identificadas pelo levantamento inicial de 1962.

O mapa de uso e ocupação foi realizado considerando a presença de vegetação natural original (mata e cerrado), que na maioria das vezes encontrava-se em elevado estado de degradação. Com relação aos usos comerciais a ocupação foi classificada em pastagens, café e milho. Neste processo, foi considerado o mapa de uso e ocupação apresentado por Bertoldo et al. (2005).

O mapa de relevo do município foi obtido a partir da carta topográfica do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), escala de 1:50.000, com pixel com resolução espacial de 90 m x 90 m, sendo fragmentados para 25 x 25m, com auxílio de imagem ASTER GDEM. Sendo o relevo classificado como: relevo plano: 0 a 3% de declividade; relevo suave ondulado: 3 a 12%; relevo ondulado: 12 a 24%; relevo forte ondulado: 24 a 45%; e relevo montanhoso: acima de 45% de declividade.

A base completa dos dados referentes à superfície terrestre foi determinada em dois momentos em 2004 e 2012, para se determinar as mudanças de uso e ocupação do solo. Sendo inicialmente a carta temática de uso do solo de 2004 gerada a partir da imagem orbital CBERS, órbita ponto 154/124, data de 27/07/2004, bandas 2B, 3G, 4R, CCD com resolução espacial de 20 metros no terreno, que foi tratada por meio do software SPRING 4.0. Para a confecção dos mapas de uso e ocupação, criou-se um modelo temático para o PI específico Uso da Terra com as classes: Café (lavouras de café em produção), Mata, Cerrado, Milho, Pastagens, Represas, Áreas Urbanas e Outros usos (englobando as áreas de culturas anuais e semi-perenes e solo exposto).

Os mapas temáticos de uso e ocupação das terras de 2012, solos e o mapa de declividade oriundos deste trabalho foram cruzados por meio de ferramentas de GIS. O cruzamento de dados espaciais constitui tarefa que tem sua complexidade ampliada na medida em que se aumenta o tamanho da base de dados, sendo utilizada a ferramenta de álgebra de mapas, definindo os passos das operações de cruzamento dos diferentes polígonos envolvidos.

Uma vez estabelecidos os diferentes mapas temáticos, a determinação da extensão das áreas das diferentes classes mapeadas obtidas constitui tarefa bastante simples, bastando acionar a função denominada Cálculo de Área. Este cálculo é feito a partir do tamanho do pixel definido quando da conversão dos mapas para a forma rasterizada, que no caso será de 20 x 20 m (resolução espacial da imagem CBERS). Sendo que a operação de cálculo de área é bastante rápida e de grande importância para fins de planejamento. Por fim realizou-se a avaliação das mudanças de uso do solo, a partir do percentual de ocupação de área, tal como a variação das manchas dos levantamentos de solo expedito e original.

### 3.- Resultados e discussão

A Fig. 3 e a Tabela 1 apresentam os dados referentes ao relevo do município de Campo do Meio. O mapa de

relevo (Fig. 3) demonstra que na porção sul do município ocor as maiores diferenças de relevo com cotas superiores a 20 % de declividade. De acordo com o Código Florestal Brasileiro - Lei Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965 (Brasil, 1965), as áreas com declividade superior a 45° de inclinação são consideradas áreas de preservação permanente. Nesse sentido, verifica-se por meio da Tabela 1 que 1,64 % do território do município apresenta-se com declividade superior a 45° de inclinação. Por outra parte, vale ressaltar que a classe de relevo 20 – 45 % de inclinação ocupa 16,48 % das terras do município, indicando que zonas de manejo diferenciado quanto ao manejo do solo. De acordo com o Sistema de Capacidade de Uso do Solo (FAO, 1994) tais terras são classificadas como sendo de Classe VI, com impróprias para o cultivo, devido à declividade excessiva. Podem ser cultivadas para certos cultivos permanentes protetoras do solo. O Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), considera tais áreas como sendo áreas de preservação permanente e de conservação da natureza.

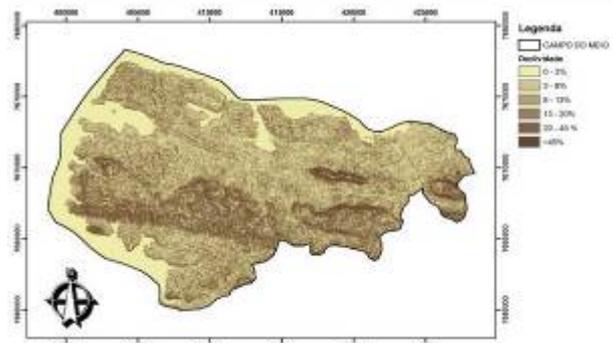


Fig. 3. Mapa de relevo para o município de Campo do Meio (MG, Brasil)

Tabela 1. Classes de relevo para o município de Campo do Meio (MG, Brasil).

Classe de relevo	Área (%)
0 - 3%	20,09
3 - 8%	21,65
8 - 13%	21,08
13 - 20%	18,86
20 - 45%	16,68
> 45%	1,64

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Embrapa, 2006) a classe de solo de maior ocorrência no município são os Latossolos Vermelhos, com distribuição localizada na porção norte do terreno (Fig. 4), ocupando 42,97 % (LVc + LVsv) das terras do município (Tabela 2). Pode-se verificar que os Latossolos Vermelhos ocorrem principalmente nas áreas com menor declividade (Fig. 3), sendo terras aptas aos cultivos, sendo terras de Classe I (FAO, 1994) sem maiores problemas de conservação e agricultáveis.

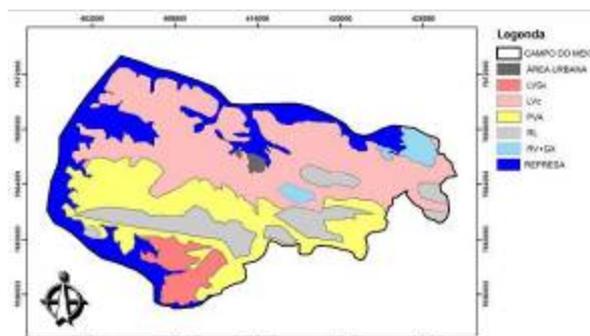


Fig. 4. Mapa de solos para o município de Campo do Meio (MG, Brasil), realizado conforme Brasil (1962) e Bertoldo et al. (2005)

Os Argissolos Vermelhos amarelo ocupam 23,05 % (Tabela 2) do território e encontram-se localizados na porção sul (Fig. 4), e estão associados as áreas com maior declividade (Fig. 2).

Os Neossolos Litólicos (RL, Fig. 4) ocupam cerca de 11,45 % da área e estão associados aos topos de morros (Fig. 3). São solos jovens poucos profundos e inaptos aos cultivos devido aos sérios problemas de conservação, sendo classificados como Classe VI (FAO, 1994).

A associação entre Neossolos Flúvicos e os Gleissolos Háplicos (RU+GX, Fig. 4) representam cerca de 2,64 % da área estão associados a problemas de drenagem e capacidade de aeração, podendo ser drenados e utilizados como pastagens no período seco do ano, e classificados como Classe V (FAO, 1994). No entanto, são consideradas áreas de preservação permanente (Brasil, 1965).

Tabela 2. Classes de solos para o município de Campo do Meio (MG, Brasil)

Classe de solo	Área (%)
Área urbana	0,51
LVc	37,83
LVsv	5,14
PVA	23,05
Represa	19,35
RL	11,45
RU+GX	2,64

As Fig. 5 e 6 apresentam o mapa de uso e ocupação para os anos de 2004 e 2012, respectivamente.

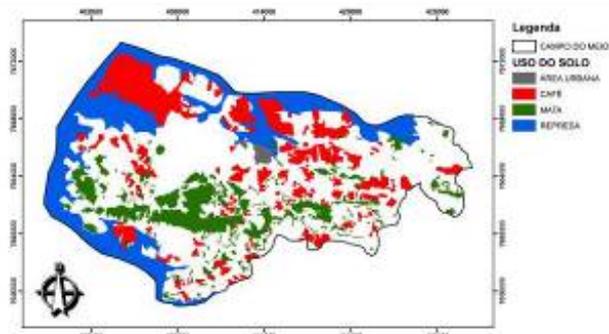


Fig. 5. Mapa de uso e ocupação do solo para o município de Campo do Meio (MG, Brasil) no ano de 2004 (adaptado de Bertoldo et al., 2005)

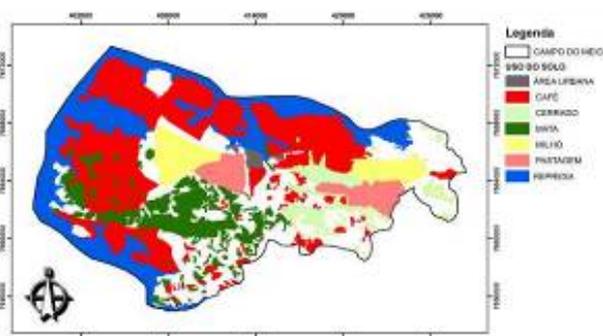


Fig. 6. Mapa de uso e ocupação do solo para o município de Campo do Meio (MG, Brasil) no ano de 2004

A comparação entre os mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 2004 e 2012 demonstra uma expansão da área urbana do município da ordem de 0,08 % (Tabela 3 e Tabela 4). Verificamos uma expansão das áreas produtoras de café, sendo verificado inicialmente 15,18 % em 2004 (Tabela 3) e 28,78 % em 2012 (Tabela 4). A partir de 2004, áreas tidas como outros usos localizadas principalmente na parte central do município (Fig. 5 e Fig. 6) passaram a ser cultivadas com milho, sendo este o cultivo de maior expansão no município para o período.

Historicamente a economia do município de Campo do Meio embasava-se na agroindústria de álcool e açúcar que entrou em declínio na década de 90. A antiga Usina Ariadinópolis detentora da maior parte das terras com produção de cana-de-açúcar, teve suas propriedades embargadas devido a uma série de questões judiciais, o que fez com que tais terras fossem abandonadas, tornando-se improdutivas. A partir do ano de 2000 as terras da usina vem sendo pouco a pouco desapropriadas ou arrendadas, o que vem favorecendo a expansão da cultura do milho no município. As áreas de mata não sofreram grandes mudanças no período compreendido neste estudo (2004-2012)

Tabela 3. Uso e ocupação do solo (área, %) no ano de 2004 (adaptado de Bertoldo et al., 2005)

Uso e Ocupação	Área (%)
Área urbana	0,51
Café	15,18
Mata	11,89
Represa	19,36
Outros usos	53,07

Tabela 4. Uso e ocupação do solo (área, %) no ano de 2012

Uso e Ocupação	Área (%)
Área urbana	0,59
Café	28,78
Cerrado	3,73
Mata	9,58
Milho	5,54
Pastagem	4,36
Represa	19,36
Outros usos	28,06

O levantamento expedito do solo possibilitou a ampliação das áreas de ocorrência dos Neossolos Litólicos, havendo um aumento de 5,04 % (Fig. 7 e Tabela 5), quando comparado ao levantamento inicial do solo realizado em escala de 1: 250.000 (Fig. 4 e Tabela 2). O levantamento de solos inicial não foi capaz de construir um mapa que considerasse as mudanças na forma do relevo (Fig. 3), como é o caso do levantamento expedito de solos que permite relacionar a classe de solo e sua relação com a paisagem. O Argissolo Vermelho amarelo (PVA) por sua vez, teve uma diminuição da sua área de ocorrência de 11,74 %, isso se deve pelo aumento das áreas com os Neossolos Litólicos e os Latossolo Vermelho com vegetação de floresta tropical sempre verde (LVsv).

Os Neossolo Flúvicos e os Gleissolos Hápicos também tiveram um aumento na sua área de ocorrência de 1,95 % da área do município (Fig. 7 e Tabela 5). O Latossolo Vermelho com vegetação de floresta tropical sempre verde (LVsv), teve um aumento na sua área de ocorrência de 6,71 % (Fig. 7 e Tabela 5).

As mudanças no mapa de solo realizadas pelo levantamento expedito, favorecem o desenvolvimento rural do município de maneira integrada pois classifica os solos de maneira integrada com a paisagem, uma vez que a delimitação das classes de solo é realizada considerando o relevo.

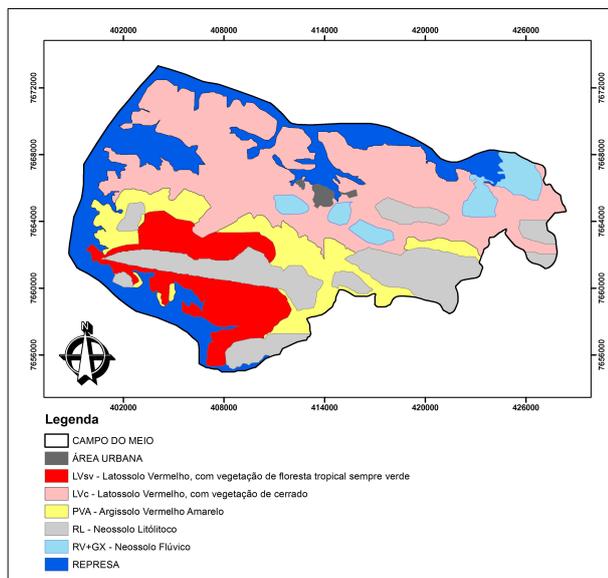


Fig. 7. Mapa expedito de solos para o município de Campo do Meio (MG, Brasil) no ano de 2004

Tabela 4. Uso e ocupação do solo (área, %) no ano de 2012

Classe de solo	Área (%)
Área urbana	0,59
LVc	35,81
LVsv	11,85
PVA	11,31
Represa	19,36
RL	16,49
RV+GX	4,59

#### 4.- Conclusões

As mudanças no mapa de solo realizadas pelo levantamento expedito favorecem o desenvolvimento rural do município de maneira integrada, pois classifica os solos de maneira conjunta com a paisagem, uma vez que a delimitação das classes de solo é realizada considerando o relevo. O uso de ferramentas e técnicas SIG, complementado por levantamento de campo proporcionou a geração de informações concisas no âmbito do levantamento expedito do solo e confecção do mapa de uso e ocupação do solo..

*Agradecimentos.* Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Brasil) e a FACEPE - Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Brasil) pelo apoio financeiro por meio de bolsa DCR - Desenvolvimento Científico Regional.

#### 5.- Bibliografia

- Costa, C.M.R., 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Bertoldo, M.A., T.G.C. Vieira, H.M.R. Alves, V.C.L. Souza e N.B. Santos, 2005. Uso de imagens CBERS para avaliação de áreas cafezeiras no município de Campo do Meio, Minas Gerais. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, 835-841.
- Brasil. Ministério da Agricultura, 1962. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos da Região sob Influência do Reservatório de Furnas*. Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Contribuição à carta de solos. Rio de Janeiro. 462 .
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- FAO, 1994. Soil Map of the World. Revised Legend. Rome: FAO.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. *Manual Técnico de Pedologia*. Rio de Janeiro, 316.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Dados Gerais Município de Campo do Meio. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=311130#> [consulta: 28 de março de 2013].
- Luis, C. R., T. R. Yoshio, e R.A.A. Justino, 2007. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. Ano VI, N 11, 2007.
- Silva, W. S., e V.C.B. Vieira, 2007. Evolução multi-temporal do uso e cobertura do solo no município de Uruçuí-PI, em *II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa. Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2*. João Pessoa : CEFETPB, 2007. [http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20071221\\_104627\\_GEOM-010.pdf](http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20071221_104627_GEOM-010.pdf). [consulta: 2 de junho de 2008].
- Schindwein, J.R., R.R. Durantil, G. Cemin, I. Falcade, e S. Ahlert, 2007. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis. *XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 1103-1107.
- Stern, E., F.T. Zanelato, D.A. Verona, M.R.B. Uliana, S. Ono, M.T.L. Barros, e G.N. Conrado, 2005. *A Utilização de SIG no Planejamento e Gestão de Bacias Urbanas*. EPUSP, Depto. de Eng. Hidráulica e Sanitária. São Paulo.