

# IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA OCUPAÇÃO ANTRÓPICA EM SERRO – MG APOIADA POR TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

*F. R. Machado<sup>1</sup>; P. H. V. Rosendo<sup>1</sup>; D. M. Magalhães<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, Brasil

Comissão V – Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

## RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo identificar e analisar as características físicas e de infraestrutura do município de Serro – MG, a fim de apresentar as zonas de melhor potencial para ocupação antrópica e as que devem ser mantidas preservadas. Para isso, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, em especial a Análise de Multicritérios, em ambiente de SIG. Essas ferramentas oferecem um imenso potencial para espacialização de dados e, conseqüentemente, estabelecimento de relações entre os elementos analisados. Como resultado foi elaborado um mapa síntese que apresenta as áreas com maior adequação à ocupação antrópica e pode contribuir para o planejamento territorial em escala municipal.

**Palavras-chave:** Planejamento Municipal, Análise de Multicritérios, Preservação Ambiental.

## ABSTRACT

This research intends to identify and analyze the physics characters and infrastructure of Serro – MG, intending to present areas with highest potential to be occupied by human or main areas to be preserved. Were used geoprocessing methods, like multi-criteria analysis, in GIS. Those tools suggest a huge potential to data spatialization and, consequentially, makes a connection between the elements that were analyzed. As a result, was generated a map that shows the more appropriate areas for human occupations, which can contribute to the territorial planning at a municipal scale.

**Keywords:** Municipal Planning, Multi-criteria Analysis, Environmental Preservation.

## 1- INTRODUÇÃO

A expansão dos espaços urbanos no Brasil, principalmente a partir da década de 1960, promoveu vários impactos socioambientais, evidenciando a falta de planejamento territorial adequado a essa realidade, gerando diversos desafios às questões relativas às políticas públicas, à gestão e à organização do território municipal (ROSS, 2001). A ocupação de encostas e margem de rios, descarte de lixo e esgoto de forma inadequada, impermeabilização do solo ou sua exposição com o desmatamento, são alguns dos fatores que podem ter como conseqüências deslizamentos, enchentes, poluição de rios e solos, comprometendo a sustentabilidade das cidades e a qualidade de vida da população (SILVA, 2012).

Esses impactos são bem visíveis nos grandes centros urbanos, mas vem se propagando nas médias e pequenas cidades brasileiras. Apoiado nessas premissas, este trabalho busca colaborar na discussão sobre a importância do planejamento urbano, pautado nas diretrizes da Constituição Federal Brasileira e no Estatuto da Cidade que foi criado em 2001 visando o controle e a promoção de um ordenamento territorial para os municípios brasileiros.

O Estatuto da Cidade ainda atribui aos municípios à função de elaborar o Plano Diretor e, conseqüentemente, a lei e o zoneamento de uso e ocupação do solo, portanto levantamentos que caracterizam todo o município, e não apenas as áreas urbanas, passam a ser obrigatórios a fim de gerar uma ocupação adequada do território. Em função disso devem ser considerados os aspectos físicos do município como relevo, vegetação, hidrografia, solos, geologia, clima, além de sua infraestrutura instalada e atividades econômicas desempenhadas.

Para a elaboração desse tipo de análise, considera-se o Geoprocessamento como uma ferramenta adequada, pois é possível trabalhar com agilidade mesmo em escalas amplas e com alta precisão das informações, uma vez que atualmente existem diversos instrumentos geotecnológicos que possibilitam o levantamento de dados precisos, como imagens de satélites e instrumentos topográficos (CÂMARA, 2006). É importante destacar, também, a possibilidade de analisar um grande volume de informações concomitantemente em um sistema computacional, o que possibilita a geração de análises de síntese e a identificação de padrões para fenômenos complexos (XAVIER-DA-SILVA, 2009). É, atualmente, considerado como um

instrumento de baixo custo, visto que é possível encontrar várias bases de dados gratuitas e softwares livres que dispõem de ferramentas de geoprocessamento. Além disso, Moura *et al.* (2011) mostraram que a utilização de técnicas de geoprocessamento permite identificar espacialmente sínteses de interesse urbano versus ambiental e as zonas de conflito, que são locais aonde há sobreposição desses interesses.

Diversas experiências como Moura (2007), Magalhães *et al.* (2010) e Ferreira *et al.* (2010), demonstram que a aplicação de técnicas de geoprocessamento é adequada para o levantamento das características físicas, econômicas e infraestruturais de um município. Esses dados podem ser considerados como imprescindíveis para um adequado diagnóstico socioambiental de um município e, com isso, elaborar um plano de ocupação e ordenamento territorial.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho é identificar as áreas com potencial para ocupação antrópica e para preservação ambiental a partir das características físicas e infraestruturais do município de Serro – MG com auxílio de técnicas de geoprocessamento. De modo específico objetiva-se identificar as áreas de preservação permanente (APP) do município; caracterizar a geologia e a pedologia do município em função da sua resistência à ocupação antrópica e realizar uma síntese das condições infraestruturais do município.

## 2- ÁREA DE ESTUDO

O município do Serro está situado na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, porção central do estado de Minas Gerais, a 230 km da capital mineira. A área estudada está inserida no domínio geomorfológico da Serra do Espinhaço, onde encontra uma densa rede de drenagem, dentre elas o Rio Jequitinhonha e Rio do Peixe, afluentes para a Bacia do Rio Doce (EMATER, 2012).

Serro foi escolhido como caso de estudo, pois se enquadra nos critérios estabelecidos pelo Estatuto das Cidades para obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor Municipal e Lei de Zoneamento, já que é um município de especial interesse turístico. Porém, não há um macrozoneamento divulgado pela prefeitura municipal que contemple todo o seu território, abrangendo apenas a área urbana, conforme indica o plano diretor municipal publicado em 2007, o que deixam lacunas no processo de gestão municipal em consonância com as características do meio físico.

A figura 1 apresenta a localidade do município de Serro - MG e seus distritos.

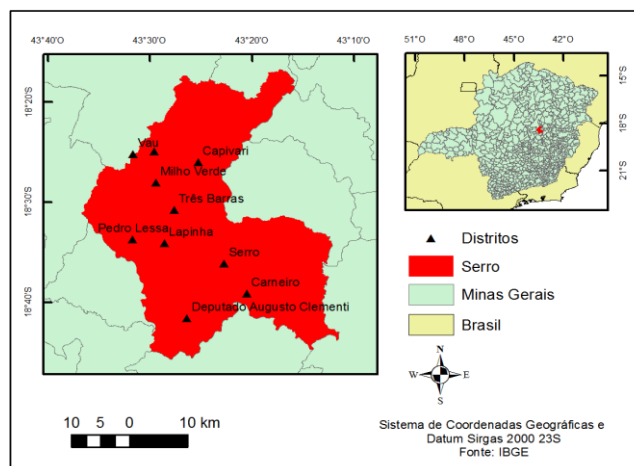


Fig. 1 – Área de estudo: município de Serro – MG.

Pelo seu valor histórico, evidenciado na paisagem urbana da cidade, Serro foi “o primeiro município brasileiro a ter seu conjunto arquitetônico e urbanístico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) em abril de 1938”. A cidade faz parte do circuito do ciclo do ouro, guardando em seus monumentos e manifestações culturais, traços da história colonial do Brasil (PORTAL DA PREFEITURA DE SERRO, 2014).

Segundo dados do IBGE (2016), a população estimada do Serro em 2016 era de 21.431 e grande parte da População Economicamente Ativa (PEA) trabalha no setor primário, o que poderia explicar o baixo IDH (0,656). A fabricação de queijo é a maior fonte de renda da população local. Destacam-se também a agricultura familiar e o turismo, em função do seu patrimônio histórico e belezas naturais da cidade e dos seus principais distritos – Três Barras, Milho Verde, São Gonçalo, Pedro Lessa e Vila Deputado Augusto Clementino (IBGE, 2016).

## 3- METODOLOGIA

A metodologia do trabalho se baseou em análise de multicritérios, que é definida por Moura (2007, p. 2901) como um procedimento metodológico que se baseia “no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final”.

Os critérios analisados foram:

- Uso e Cobertura do Solo, a partir da classificação supervisionada de imagens do satélite LandSat-8 (OLI), utilizando o software ArcGIS 10.3;
- Pedologia, a partir do mapeamento realizado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), na escala 1:600.000;
- Faixas de Declividade, a partir da utilização de imagens SRTM, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (TOPODATA-INPE);
- Litologia, a partir do mapeamento realizado pelo CPRM, na escala 1:1.000.000;

- Características socioeconômicas e infraestruturais, a partir dos dados disponibilizados pelo IBGE levantados no censo de 2010;
- Presença de Rodovias, com base nos dados disponibilizados pelo DER e pelo DNIT.

Além destas, foram mapeadas as Unidades de Conservação, considerando suas respectivas características conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Existem duas categorias de unidades de conservação na região estudada, Parque Estadual (Pico do Itambé) e Monumento Natural são de proteção integral, além da Área de Proteção Ambiental considerada de uso sustentável.

Ainda foram mapeadas as Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme código florestal, Lei N° 12.651, onde foi verificado que as APPs na região do Serro consistem de forma geral nas faixas marginais dos cursos d'água e em nascentes, além de locais com declividade superior a 45° e os topos de morro.

Todas as bases vetoriais foram convertidas para o formato matricial a fim de serem reclassificadas e integradas por meio da síntese por multicritérios. Conforme demonstrado na Tabela 1, cada mapeamento recebeu um peso na síntese, que indicou seu grau de importância perante a análise realizada, a soma dos pesos equivale a 100%. Cada componente de legenda recebeu, também, uma nota de 1 (inadequado para ocupação urbana e proteção ambiental sugerida) a 10 (adequado para ocupação urbana) que consiste na hierarquização das variáveis para os fins especificados. A legenda que não recebeu nota *NoData* não foi considerada na análise, ou seja, são áreas em que há total restrição para ocupação urbana, como os corpos d'água.

A partir da integração desses dados buscou-se obter uma análise síntese para indicar as áreas com maior ou menor grau para ocupação urbana. O inverso, ou seja, as áreas menos adequadas para a ocupação antrópica, foram consideradas com maior interesse ambiental.

Para contribuir com a análise das condições físicas, como um suporte à ocupação urbana, foi realizada uma análise das condições infraestruturais do município a partir dos dados do censo do IBGE (2010), agrupados por setores censitários. Foram considerados os seguintes dados:

- Abastecimento de água via rede geral
- Esgoto via rede geral ou fossa séptica
- Luz elétrica fornecida pela companhia distribuidora
- Lixo coletado

Esses dados foram agrupados e analisados conjuntamente no mapa de síntese das condições infraestruturais, normalizados pela variável "total de domicílios", ou seja, os resultados apresentam o percentual dos domicílios atendidos pelos serviços supracitados em cada setor censitário urbano ou rural.

TABELA 1 – ÁRVORE DE DESCISÃO

Peso (%)	Variável	Componente de legenda	Nota
14	Uso e Cobertura do solo	Vegetação arbórea	1
		Pastagem	7
		Área Urbana	10
		Plantio	4
		Solo Exposto	7
		Afloramento Rochoso	3
		Queimada	5
	Água	NoData	
19	APP	Sim	1
		Não	10
19	UC	Proteção Integral (PAR/MONA)	1
		Uso Sustentável (APA)	5
		Não existe UC	10
16	Pedologia	Afloramento Rochoso	3
		Cambissolo	7
		Latossolo	7
		Neossolo	3
		Filito	5
16	Litologia	Formação Ferrífera bandada	5
		Metadiamicito, quartzito	7
		Ortognaisse	8
		Quartzito	7
		Rocha metalumática	7
		Soleiras e diques máficos	5
		Xisto predominante	5
		Metaconglomerado	7
		Sedimentos clásticos	2
		0 a 5	2
16	Declividade	5 a 30	10
		30 a 47	6
		47 a 100	3
		> 100	1

#### 4- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O mapa síntese das condições infraestruturais (Figura 2) auxilia na escolha das novas áreas para expansão urbana, pois aponta os locais que já são dotados de infraestrutura básica (abastecimento de água, rede de esgoto, luz elétrica e coleta de lixo).

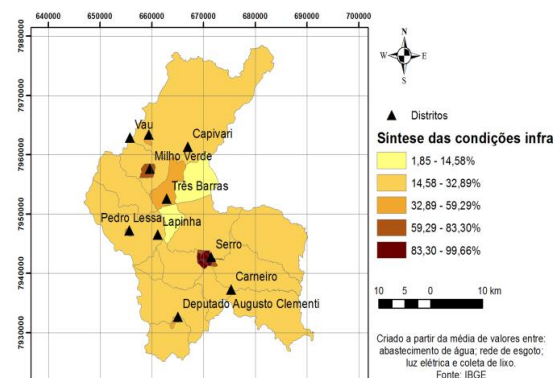


Fig. 2 – Mapa Síntese das Condições Infraestruturais

Observa-se que, fora a Sede do município, o distrito de Milho Verde é o local onde possui a melhor infraestrutura, isso se deve ao fato do local possuir demanda turística grande, o que influencia diretamente na economia local. Com isso a expansão diretamente no entorno da Sede e Milho Verde se mostra a mais pertinente, pois quanto mais próximo das áreas que já possuem infraestrutura, mais adequado é para ocupação antrópica.

Nas demais localidades, nota-se uma fragilidade estrutural que carece de maior atenção por parte da prefeitura.

Com a análise do contingente populacional (Figura 3) percebeu-se uma grande concentração no distrito Deputado Augusto Clementi, o que indica o interesse gestão da ocupação na área. Porém, neste mesmo local, o mapa de Síntese das Condições Infraestruturais mostrou que a infraestrutura é precária.

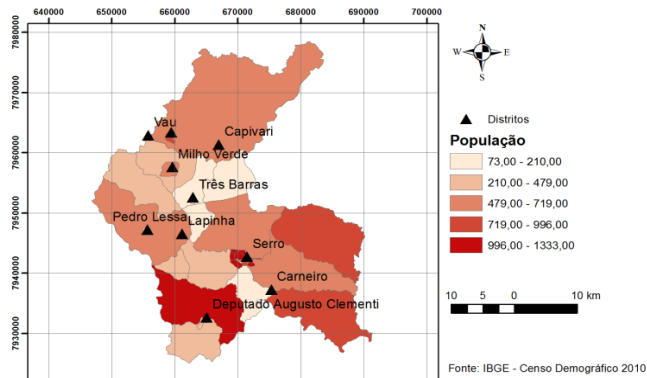


Fig. 3 – Mapa da População de Serro – MG

O resultado da análise de multicritério, que cruzou os diferentes elementos que influenciam na escolha das áreas com melhor potencial para ocupação ou em contraproposta de preservação, é apresentado na Figura 4.

Nessa síntese identificou-se que as áreas com característica de alto potencial de desenvolvimento urbano, a partir das variáveis ambientais analisadas, se situam em Milho Verde, São Gonçalo do Rio das Pedras, Vau, Serro e Carneiro. É importante ressaltar que para construção desta síntese observou o que rege o Código Florestal e a Lei do Parcelamento do Solo Urbano, pois estas leis especificam importantes critérios para o ordenamento territorial de um município.

Destaca-se o distrito de Milho Verde e a sede do município, áreas que apresentaram a melhores condições infraestruturais, são os locais em que os gestores públicos encontram situações favoráveis para indicar zonas de crescimento urbano no zoneamento municipal. Entretanto, é imprescindível ressaltar que para a efetiva realização e aprovação do zoneamento municipal, as especificidades locais, como comunidades, atividades econômica, bens históricos e culturais, dentre outros, devem ser considerados para uma adequada espacialização das zonas de crescimento urbano.

Na área norte do mapa, acima de Capivari e próximo ao pico do Itambé, encontra-se a região com menor potencial de ocupação, onde deve-se atentar para sua preservação. Isso se deve ao fato da área não possuir infraestrutura prévia instalada, está distante de vias de acesso e inserida em área de proteção ambiental e de preservação permanente de topo de morro.

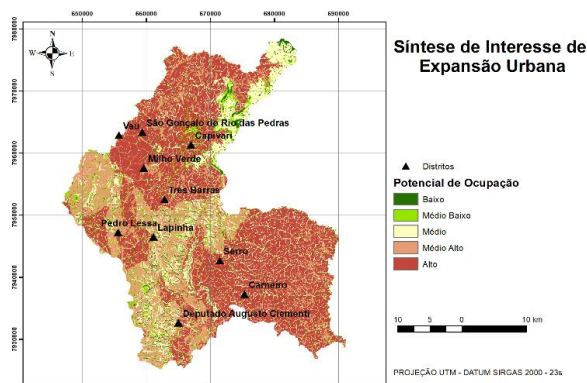


Fig. 4 – Mapa de Síntese de Interesse de Expansão Urbana

Em faixas intermediárias para uso antrópico estão os distritos de Lapinha, Pedro Lessa e Deputado Augusto Clementi, destaque para o último, onde foi verificada uma concentração populacional significativa e com pouca infraestrutura, gerando alerta para a gestão municipal. Esses locais possuem ainda algumas restrições ambientais para a ocupação, como APPs e vegetações nativas. Portanto, é considerado como um local prioritário para intervenções infraestruturais a fim de atender a demanda populacional e prevenir (ou remediar) danos ambientais decorrentes de ocupações irregulares.

A síntese carrega elementos das variáveis utilizadas e dos pesos atribuídos às mesmas, conforme foi detalhado no item metodologia. No mapa síntese, os valores da legenda variam de 1 a 10 e foram agrupados para representar o potencial para ocupação urbana da seguinte maneira: 1-2: baixo; 2-4: médio-baixo; 4-6: médio; 6-8: médio-alto; 8-10: alto.

Observa-se em geral que os locais mapeados com alto potencial para ocupação urbana acontecem onde se predomina o latossolo e rochas estáveis, bem como fora de Áreas de Preservação Permanente. Sendo as cores quentes, locais com maior potencial, as regiões em que essas variáveis se sobrepõem e, com isso, indicam um bom suporte à ocupação urbana. Além disso, são áreas em que o uso do solo alterado (pastagens ou solo exposto) também não registram alguma restrição à ocupação. Por exemplo, no sudeste do município, aonde existe uma declividade adequada, faixa de latossolo, rocha ortognaíse e áreas de pastagem.

## 5- CONCLUSÃO

A partir da análise da cidade do Serro, conclui-se a viabilidade da utilização do Geoprocessamento como ferramenta adequada para apoio a estudos ambientais e urbanos, possibilitando um ganho de conhecimento e proposição de novas áreas para expansão planejada.

O mapa Síntese de Interesse de Expansão Urbana pode ser útil para o ordenamento territorial do município, pois sintetiza diversos critérios necessários para análise em apenas um mapa, possibilitando o entendimento da correlação entre as variáveis analisadas. Além disso, esse tipo de análise, ao integrar diferentes variáveis, permite uma comunicação

resumida do conjunto de dados que, quando analisados separadamente, pode inviabilizar a interpretação de síntese.

As informações geradas permitem que a administração pública gere o espaço municipal visando à tomada de decisões e otimização da utilização dos recursos públicos, como para prevenção de ocupações irregulares, investimentos prioritários em áreas com infraestruturas precárias, preservação de áreas ambientalmente mais frágeis, etc.

A metodologia aplicada nesta pesquisa pode servir, também, para outros administradores elaborarem planejamentos municipais e regionais de forma eficiente. É válido destacar, também, que ajustes podem ser feitos, incluindo novas variáveis a serem analisadas e/ou alterando os valores de pesos e notas adotados, conforme as características de cada área.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei Nº 6.766. de 19 de Dezembro de 1979. *Parcelamento do Solo Urbano*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm)>. Acesso em: 23 out. 2016.
- BRASIL. Lei Nº 10.257. de 10 de Julho de 2001. *Estatuto da Cidade*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 23 out. 2016.
- BRASIL. Lei Nº 12.651. de 25 de Maio de 2012. *Novo Código Florestal*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 23 out. 2016.
- CÂMARA, G. *Sistema de Informação Geográfica para Aplicações Ambientais e Cadastrais: uma visão geral*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/analise.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. *Caracterização da região do Serro como produtora de queijo minas artesanal*. Serro, outubro/2012. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/queijo\\_historico/dossi%20do%20serro%20def2.pdf](http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/queijo_historico/dossi%20do%20serro%20def2.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- FERREIRA, Fernanda; MOURA, Ana Clara; QUEIROZ, Gabriela. *Geoprocessamento no planejamento urbano*. Belo Horizonte: UFMG - Escola de Arquitetura. Disponível em: <[http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/Conf\\_Ibero/doc/ET4\\_16\\_COSTA.pdf](http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/Conf_Ibero/doc/ET4_16_COSTA.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – *Cidades: Serro*. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- LEITE, Julia Rodrigues; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita; MODESTO, Adão Aparecido Lanzieri. *Avaliação temporal do crescimento da mancha urbana no setor oeste da reserva da biosfera do cinturão verde*. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.7, n.4, .37-52, 2012.
- MAGALHÃES, Danilo Marques; LEITE, Débora Verdiana Brier; MOURA, Ana Clara Mourão; PARIZZI, Maria Clara. *Análise de Transformação da Paisagem por Pressão Antrópica em Santana do Riacho – MG: Identificação de Fragilidades Ambientais com o Apoio de Classificação de Imagens de Satélite e Análise de Multicritérios*. In: XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia - Aracaju - SE - Brasil, 16 a 20 de maio de 2010.
- MOURA, Ana Clara Mourão. *Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios*. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.
- MOURA, A. C. M; MAGALHÃES, D. M; PARIZZI, M. G. *Vocações e conflitos de interesse na ocupação do território da região metropolitana de Belo Horizonte – Apoio ao Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI*. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 5 de maio de 2011, INPE, p. 0690.
- PORTAL DA PREFEITURA DE SERRO. *O Serro*. Serro – MG, agosto de 2014. Disponível em: <<http://www.serro.mg.gov.br/index.php/o-serro.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. 4 ed. São Paulo: Edusp, 2001. 549 p.
- SERRO. Lei Complementar nº 75, de 06 de agosto de 2007. Plano Diretor do município de Serro. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-serro-mg>>. Acesso em: 28 maio 2017.
- SILVA, Jairo Rodrigues. *Conformidades e conflitos ambientais no município de Ouro Preto como apoio à gestão e planejamento municipal*. 2012. 241 p. Doutorado em Geografia, Instituto de Geociências da UFMG. Belo Horizonte, 2012.
- XAVIER DA SILVA, J. *O que é Geoprocessamento?* Rio de Janeiro, CREA-RJ, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessoamento.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.