



Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Cataguases (MG): Levantamento do Histórico de Ocupação Territorial e Proposta Para a Expansão Urbana

Cataguases (MG) Municipality Geotechnical Chart for Urban Planning: Historic Territorial Occupation Survey and Urban Expansion Proposal

Rafael Silva Ribeiro¹ & Gilmar Pauli Dias²

¹*Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Avenida Pasteur 404, 22.290-2740, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

²*Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Avenida Sul 2291, 50.770-011, Recife, PE, Brasil*

E-mails: rafael.silva@cprm.gov.br; gilmar.dias@cprm.gov.br

DOI: http://doi.org/10.11137/2020_2_189_198; Recebido: 31/01/2020 Aceito: 07/05/2020

Resumo

O plano diretor é uma ferramenta de gestão territorial que orienta a expansão do perímetro urbano municipal através de estudos que indiquem a adequabilidade do terreno à ocupação. Entretanto, o plano diretor de Cataguases de 2006 não apresenta estudos referentes a caracterização geológico-geotécnica, descrição do meio físico e indicações de regiões favoráveis e desfavoráveis à ocupação. Esta pesquisa apresenta a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Cataguases (MG), com definição das classes de aptidão e unidades geotécnicas que formam a área de estudo situada no entorno da sede municipal. Os estudos se basearam nos vetores de crescimento, geomorfologia do terreno e o mapeamento geológico-geotécnico. Com este documento é possível que o gestor público possa ordenar de maneira segura a expansão urbana e evitar o surgimento de novas áreas com riscos geológicos e hidrológicos.

Palavras-chave: Aptidão; Cataguases; Carta geológico-geotécnica

Abstract

The master plan is a territorial management tool that intends to planning occupation and expansion of the urban perimeter municipality. The document is based on studies that indicate terrain suitability. However, Cataguases Master Plan (2006) does not present studies regarding geological-geotechnical characterization, physical environment and safety occupation regions.

This article presents the Aptitude to Urbanization Geotechnical Chart of Cataguases municipality, Minas Gerais state, Southeastern Brazil. The method adopted took considerations on growth vectors, terrain geomorphology and geological-geotechnical assessment. The correlation between these informations allowed the definition of aptitude classes and geotechnical units. Through good use of the geotechnical chart is possible that the public managers can safely order urban growth and prevent new geological and hydrological risks areas.

Keywords: Aptitude; Cataguases; Geological-Geotechnical Chart

1 Introdução

O município de Cataguases está localizado na Região Geográfica Intermediária de Juiz de Fora (Figura 1) e foi instituído em 1881. Os censos demográficos do IBGE mostram que a população permaneceu predominantemente rural na primeira metade do século XX (Figura 2). Cardoso (1955) afirma que a instalação de indústrias, especialmente a partir da década de 1940, levou à contínua migração dos habitantes das zonas rurais para a cidade. Hoje aproximadamente 96 % de seus 75.000 habitantes residem na zona urbana (IBGE, 2018).

A lei federal nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001) instituiu o Estatuto da Cidade, estabelecendo normas

que regulam a propriedade urbana para o bem-estar dos cidadãos e controle do terreno de forma a evitar a exposição da população a riscos de desastres. Seus artigos 40 e 41 afirmam que o plano diretor, que norteia o crescimento urbano, é obrigatório para cidades com população superior a 20.000 habitantes, integrantes de regiões metropolitanas ou aquelas incluídas no cadastro nacional de municípios suscetíveis a deslizamentos ou inundações. O artigo 42 estipula que o plano diretor deve conter mapeamento das áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações e deve levar em consideração as Cartas Geotécnicas.

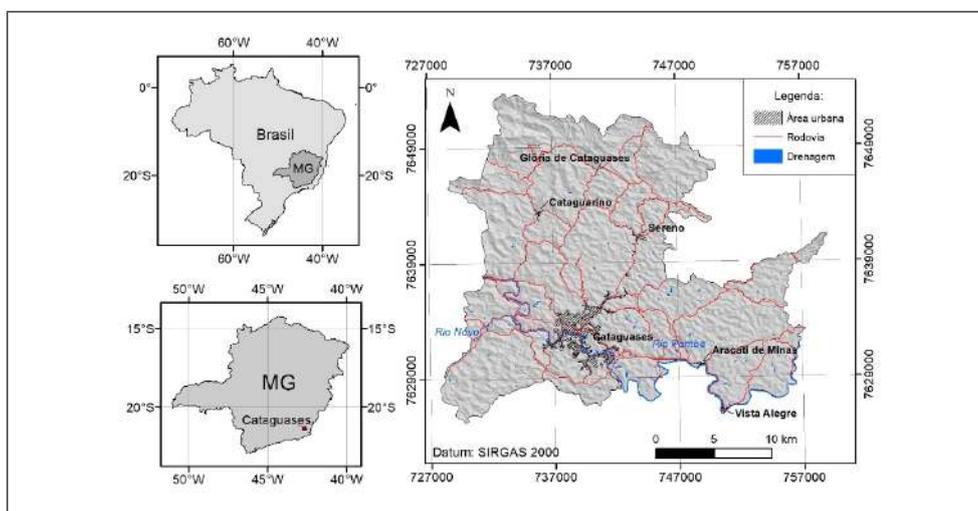


Figura 1 Localização do município de Cataguases.

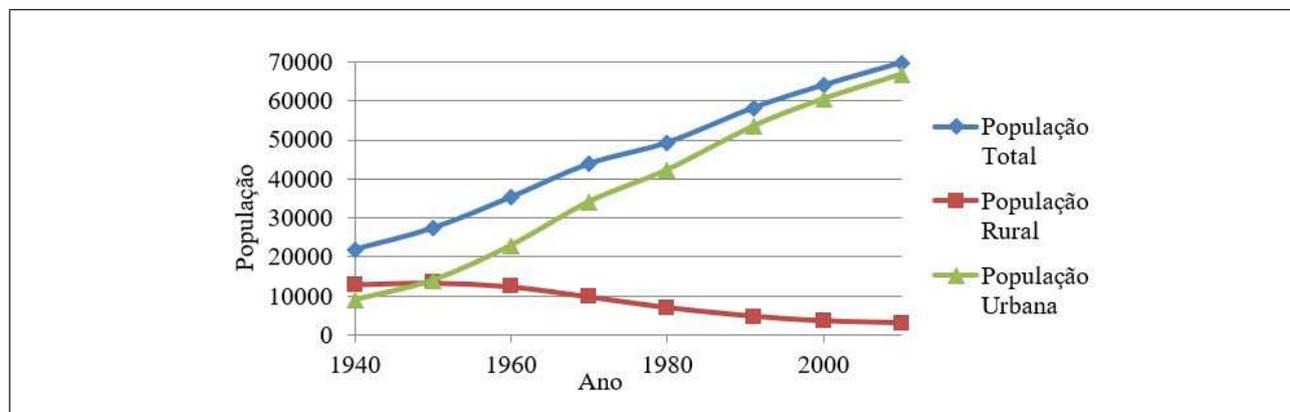


Figura 2 População total, urbana e rural do município de Cataguases (IBGE, 2018).

Conforme Santos (2014) as Cartas Geotécnicas mais comuns são aquelas orientadas à ocupação urbana, denominadas Cartas Geotécnicas de Aptidão Urbana, sendo Aptidão Urbana entendida como a

capacidade dos terrenos para suportar os diferentes usos e práticas de engenharia e do urbanismo, com o mínimo de impacto e maior segurança (Souza & Sobreira, 2013). A Carta Geotécnica de Aptidão à

Urbanização tem por objetivo principal dar suporte à indicação de áreas urbanas adequadas aos usos urbanos e ainda não ocupadas, que se encontram no interior do perímetro urbano ou em áreas de expansão urbana (Canil *et al.*, 2018).

Para Higashi (2006) a tendência do crescimento dos municípios é constatada a partir do estudo de mapas em diferentes épocas, sendo este procedimento denominado análise temporal da evolução da mancha urbana. Com a análise em pelo menos três épocas é possível determinar os vetores de crescimento e então definir área de estudo para o mapeamento geológico-geotécnico e de aptidão urbana.

Os objetivos desta pesquisa são determinar os vetores de crescimento urbano através de análise histórica e geográfica da sede municipal, realizar o mapeamento geológico-geotécnico, produzir a Carta Geotécnica de Aptidão Urbana de Cataguases, como subsídio à gestão municipal na seleção das áreas seguras e, portanto, prioritárias para o crescimento do perímetro urbano.

2 Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho é uma adaptação da preconizada por Souza & Sobreira (2013). Inicialmente foi realizada pesquisa bibliográfica sobre o município de Cataguases, sendo coletados os seguintes dados e documentos:

Ortofoto, fotografia aérea, plantas, imagens ou mapas históricos dos seguintes anos e fontes: 1878 (Memória e Patrimônio Cultural de Cataguases, *apud* Netto, 2002), 1938 (Arquivo Público Mineiro, 2016), 1955 (Cardoso, 1955), 1977 (BRASIL, 1977) e 2015 (Google Earth, 2015);

Plano Diretor de Cataguases (2006);

Histórico de movimentos de massa, estações fluviométricas e inundações;

Carta de Suscetibilidade a Movimentos

Gravitacionais de Massa e Inundações (CPRM, 2014);

Base topográfica, Modelo Digital de Elevação, Mapa de Declividade, Curvas de nível e Mapa Hipsométrico na escala de 1:25.000;

Mapa Geológico da Folha Ubá na escala de 1:100.000 (UFMG & CODEMIG, 2013);

Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais na escala de 1:600.000 (UFV & FEAM, 2010);

Antes da etapa de campo cada unidade geotécnica foi estabelecida previamente e delimitada pela associação da cobertura inconsolidada com o grupo litológico derivado do mapa geológico. As coberturas inconsolidadas foram definidas a partir do Mapa de Formas do Terreno, que, por sua vez, foi estruturado conforme a geomorfologia do município.

O Plano Diretor Municipal de Cataguases (2006) não indica a expansão do perímetro urbano, razão pela qual foi preciso estabelecer a área de estudo com a análise dos vetores de crescimento. Estes foram delimitados em SIG com as manchas urbanas dos arquivos históricos. A área de estudo foi definida com a exclusão de áreas urbanas, massa d'água e unidade de conservação integral.

Em campo as regiões de concentração de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação foram verificadas na escala de 1:10.000 com a Carta de Suscetibilidade de Cataguases (CPRM, 2014). O mapeamento geológico-geotécnico foi realizado em campo com a associação da declividade medida com o hipsômetro *TruPulse 200*, o exame tátil-visual de afloramentos, em sua maioria nos taludes de corte, e descrição de amostras do trado manual.

Foram estabelecidos cerca de 5 pontos de campo por km². Em todos foram definidas as unidades geotécnicas e as classes de aptidão à urbanização, que foram baseadas nas características mostradas na Tabela 1.

Classe	Características
ALTA	Áreas sem restrições à urbanização ou já consolidadas do ponto de vista geológico-geotécnico.
MÉDIA	Áreas com restrições geotécnicas, mas que podem ser ocupadas segundo determinados critérios técnicos e diretrizes (áreas consolidáveis com intervenções estruturantes).
BAIXA ou NENHUMA	Áreas com severas restrições para a ocupação e/ou áreas caracterizadas como não consolidáveis do ponto de vista geológico-geotécnico, às quais se deve dar outro tipo de uso devido ao alto custo para a urbanização.

Tabela 1 Classes de aptidão à urbanização frente a movimentos de massa, enchentes e inundações.

No retorno ao escritório foi confeccionada a Carta Geotécnica de Aptidão Urbana de Cataguases, que, para ficar mais clara na forma de representação, será aqui dividida em duas: Carta Geológico-Geotécnica e Carta de Aptidão Urbana.

3 Resultados

3.1 Evolução Urbana de Cataguases e Definição da Área de Estudo

Inicialmente a ocupação urbana da sede municipal estava restrita à planície situada na margem esquerda do Rio Pomba, não chegando a 0,1 km² em 1878, o que veio acompanhado de enchentes e inundações. Segundo Oliveira & Franzini (2016) os primeiros registros desses eventos são do início do século XX (Tabela 2).

Edição	Data	Edição	Data
1	28 de janeiro de 1906	481	24 de fevereiro de 1924
2	04 de fevereiro de 1906	521	04 de janeiro de 1925
11	01 de abril de 1906	989	31 de dezembro de 1933
219	26 de janeiro de 1919	990	14 de janeiro de 1934

Tabela 2 Publicações do Jornal Cataguases com matérias sobre enchentes ou inundações no início do século XX. (Alvez & Silva, 2010; *apud* Oliveira & Franzini, 2016).

Em 1938 a cidade atingiu 0,6 km² (Figura 3), passando a ocupar também a outra margem do Rio Pomba com aterro (Figura 4), a planície ao redor do Ribeirão Meia Pataca e o vale do Córrego Lava Pés. Em menos de vinte anos a área urbana dobrou de tamanho, atingindo a marca de 1,2 km² em 1955.

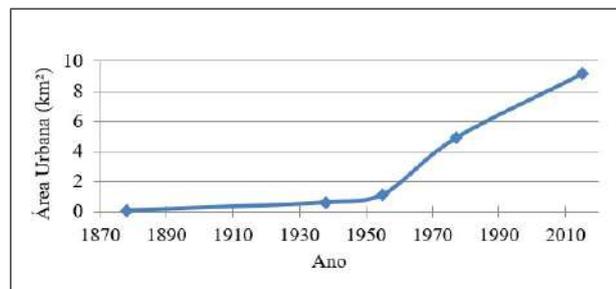


Figura 3 Crescimento da área urbana da sede municipal de Cataguases.

Segundo Cardoso (1955) até este período a ocupação estava restrita a terrenos planos e e

iniciava-se o período de ocupação em encostas dos morros. Mas, assim como ocorreu em muitos municípios da região sudeste, foi a partir da década de 1970 que houve avanço considerável de construções nas encostas ao redor da zona urbana existente. A ocupação das encostas, realizada de maneira inadequada através de taludes de corte e sem as devidas obras de contenção (Figura 5) proporcionaram o surgimento de áreas sujeitas a movimentos gravitacionais de massa (Figura 6).

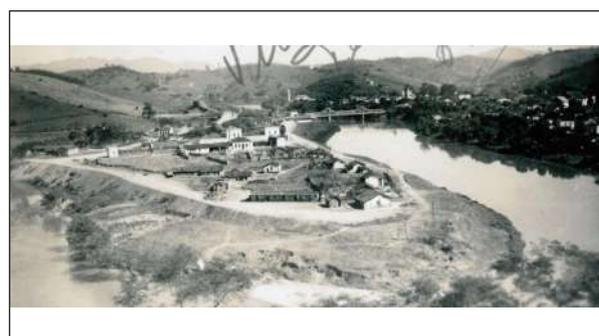


Figura 4 Aterramento no bairro Vila Tereza na primeira metade do século XX (In: Alonso, 2012).



Figura 5 Taludes de corte em encosta de morro alto.



Figura 6 Deslizamento de talude em 2012. (CPRM, 2012).

Conforme mostrados na Figura 7, os vetores de crescimento urbano se deram especialmente ao

longo de vias de transporte, tais como a Ferrovia RFSSA Leopoldina a leste e oeste do núcleo urbano original, a Rodovia MG-447 a noroeste, a rodovia

MG-285 a leste e noroeste, a BR-120 a sudoeste e a Avenida Manoel Inácio Peixoto, situada na margem direita do Rio Pomba.

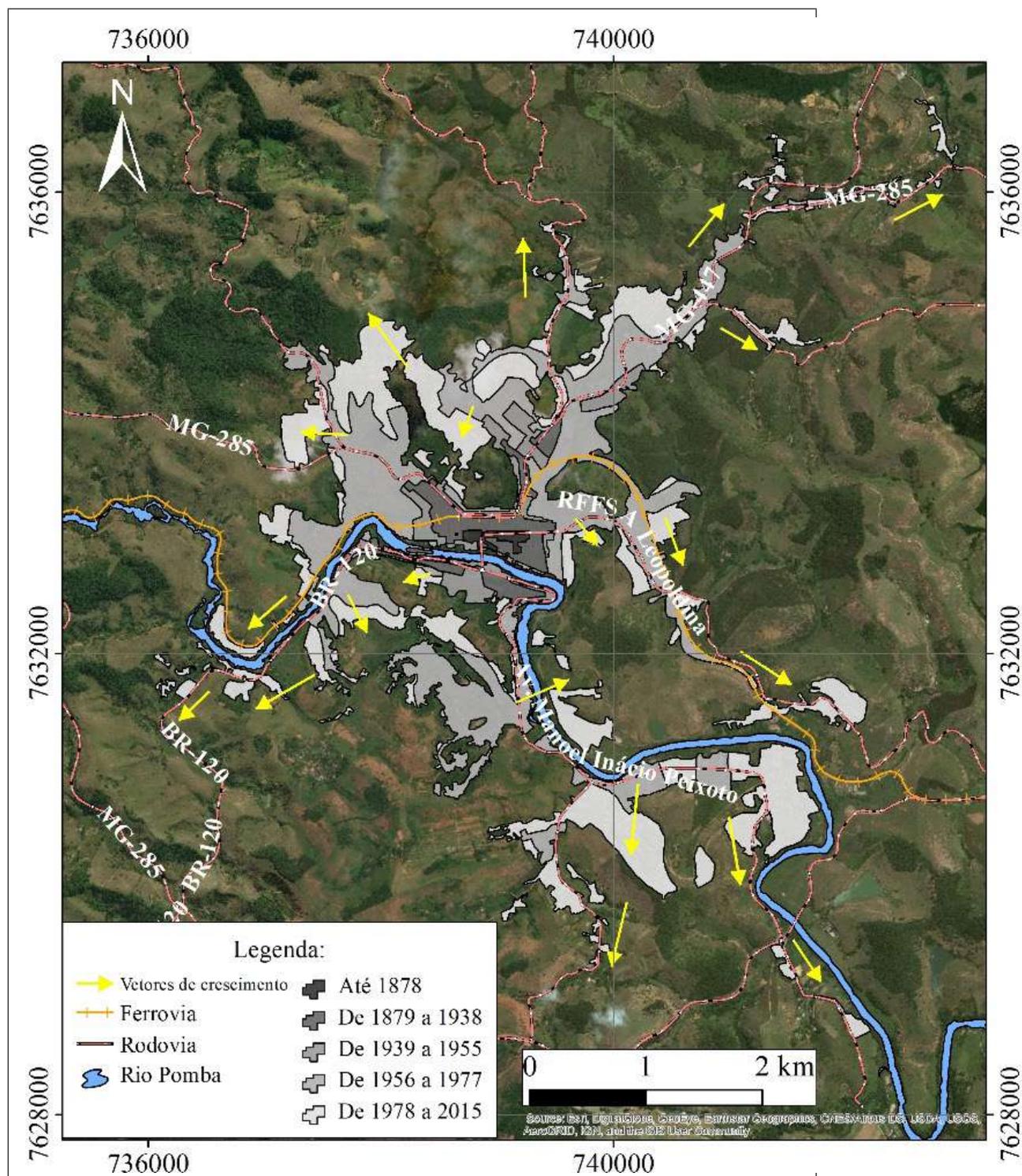


Figura 7 Expansão da mancha urbana da sede municipal de Cataguases e principais vias de transporte.

Na definição da área de estudo foram considerados os divisores d'água e cursos d'água próximos ao núcleo urbano, sendo excluída a Estação Ecológica de Água Limpa (MINAS GERAIS, 1994),

que é a única unidade de conservação integral do município. A área de estudo é mostrada na Figura 8 e totalizou 62,3 km².

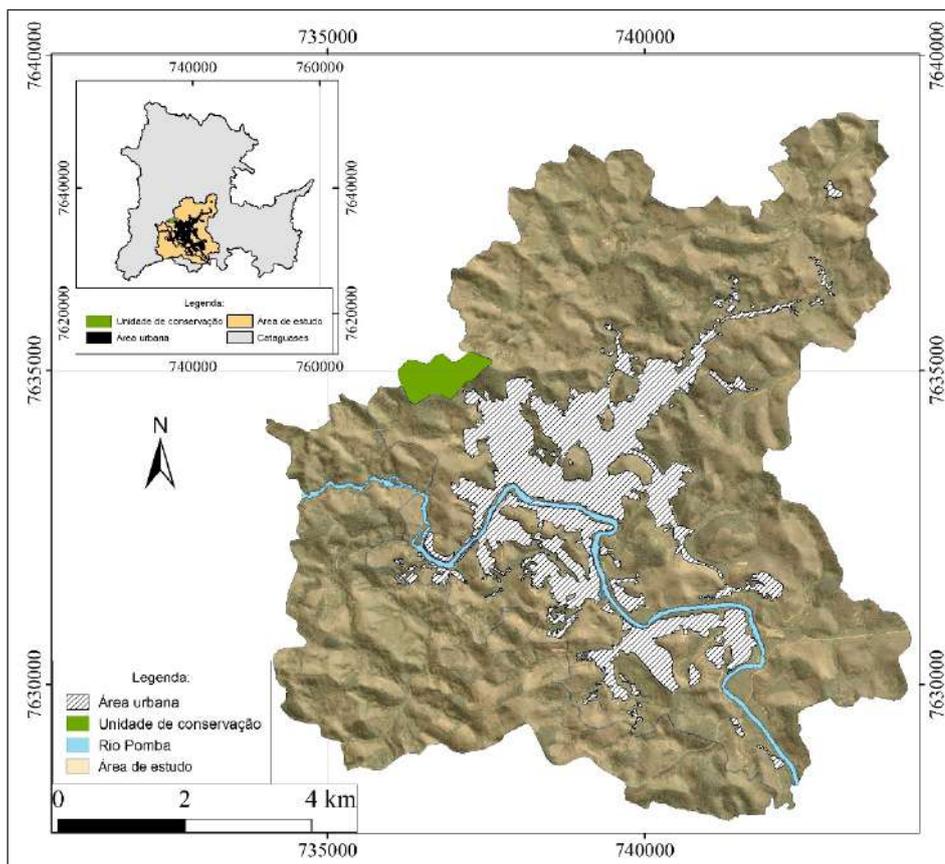


Figura 8 Unidade de conservação, mancha urbana e área de estudo de Cataguases.

3.2 Carta Geológico-geotécnica

Nove unidades geológico-geotécnicas foram mapeadas na área de estudo (Figura 9).

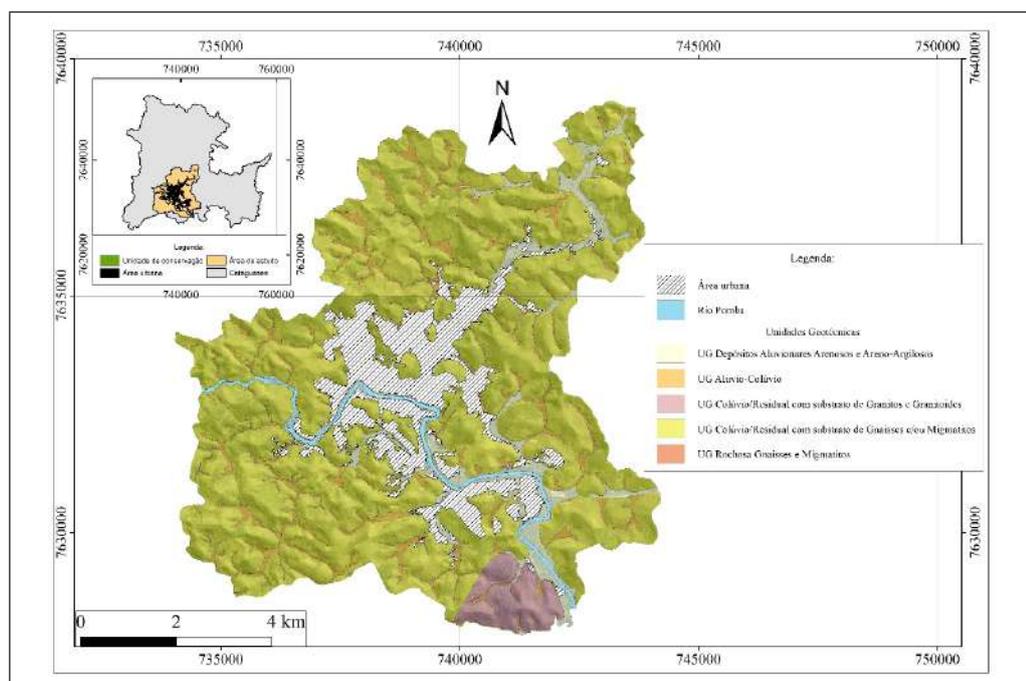


Figura 9 Carta geológico-geotécnica da área de estudo.

A principal unidade mapeada é a de Colúvio/Residual com Substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos, cujas camadas superficiais são depósitos colúvionares ou solo residual maduro, mais argiloso e de boa coesão. Subjacente a estas camadas ocorre solo com estruturas reliquiárias das rochas de origem com textura predominantemente silto-arenosa. Em contato direto com o maciço rochoso há saprolito arenoso e feldspático.

Em certas encostas foram encontradas erosões laminar e em sulco provocadas principalmente pela ausência de vegetação e manejo inadequado do solo (Figura 10). Em áreas com solo residual jovem ou saprolito é média a alta a suscetibilidade a erosões, sendo necessário o cuidado na forma de uso e ocupação do terreno.

A capacidade de suporte no colúvio é, em geral, baixa, sendo mais elevada nos terrenos onde há o solo residual maduro. A escavabilidade no colúvio e no solo residual maduro variam de fácil à moderada enquanto no saprolito pode ocorrer dificuldade em escavações.



Figura 10: Encosta com feições erosivas.

A Unidade Geotécnica Depósitos Aluvionares Arenosos e Areno-Argilosos é constituída por depósitos fluviais em planícies de inundação e terraços dispostos nas margens dos cursos d'água, principalmente o Rio Pomba e o Ribeirão Meia Pataca, em terrenos plano ou suavemente ondulado com amplitude altimétrica inferior a 5 metros e declividade entre 1° e 5° (Figura 11). São sedimentos com textura argilo-arenosa, argilo-siltosa ou areno-argilosa de coloração predominantemente vermelha e marrom.



Figura 11 Trecho de planície de inundação do Ribeirão Meia Pataca.

Os locais que contêm níveis arenosos permeáveis e de boa condutividade hidráulica podem facilitar o processo de contaminação do lençol freático. As sondagens a trado identificaram níveis d'água entre 60 e 90 cm de profundidade.

Deve-se estar atento a solapamentos de margens, inundações e enchentes. Assim sendo, torna-se importante a avaliação quanto à recorrência e magnitude destes eventos, identificando áreas mais propensas ao atingimento e limitando novas ocupações.

A Unidade Geotécnica Alúvio-Colúvio ocorre nos alvéolos, sendo formada por sedimentos aluviais cobertos ou interdigitados por colúvio argilo-arenoso. Este material de recobrimento é transportado das encostas por escoamento de águas pluviais por gravidade até as drenagens, onde são retrabalhados em ambiente fluvial. Estão em rampas suaves e nos sopés de vertentes que mergulham de 2° a 10° para o fundo dos vales, possuindo amplitude altimétrica inferior ou igual a 10 metros.

As sondagens a trado identificaram níveis d'água relativamente próximos à superfície, com profundidade média de 60 cm. Em determinadas rampas, onde há a interdigitação de sedimentos arenosos com sedimentos argilosos, ocorre dificuldade de infiltração das águas pluviais conferindo aspecto alagadiço.

A Unidade Geotécnica Colúvio/Residual com Substrato de Granitos e/ou Granitoides ocupa pequena extensão no sudeste da área de estudo e é formada por material inconsolidado que cobre granitos e granitoides. Ocorre sob a forma de depósitos colúvionares, em geral próximos à fonte, ou como solo residual maduro, mais argiloso e de maior coesão menos sujeito à erosão. Eventualmente há blocos de rocha na superfície.

A Unidade Geotécnica Rochosa Gnaisses e Migmatitos é restrita e encontra-se em escarpa com afloramento de gnaiss cujas discontinuidades podem gerar blocos rochosos e iniciar queda de blocos, possuindo baixa aptidão à urbanização.

1.3 Carta de Aptidão à Urbanização

Em 2014 a CPRM realizou o mapeamento

de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do município de Cataguases na escala 1:25.000. O segmento deste mapa, que correspondia a área de estudo e continha concentração de encostas de morros com alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, foi vistoriado em campo para a escala de 1:10.000 e classificado como tendo baixa aptidão à ocupação (Figura 12).

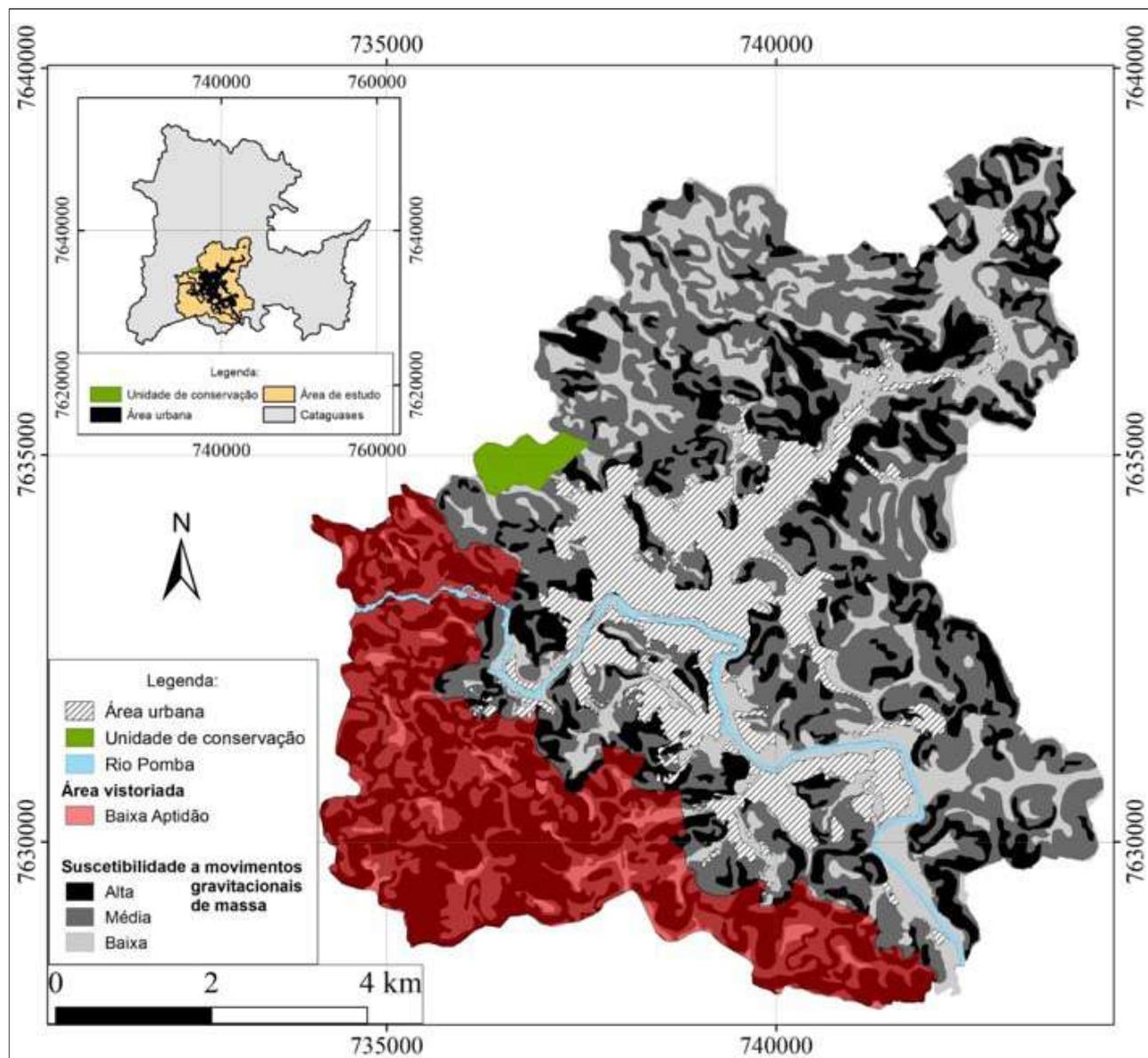


Figura 12 Baixa aptidão à urbanização em trecho vistoriado da Carta de Suscetibilidade de Cataguases. Modificado de CPRM (2014).

A Figura 13 mostra o resultado do mapeamento da aptidão à urbanização. Mais da metade da área (cerca de 36 km²) possui baixa aptidão frente a movimentos de massa e inundações, possuindo condições desfavoráveis para a implantação de

áreas urbanas. Esta classe encontra-se concentrada nas porções sul e sudoeste da área de estudo, que, portanto, não são as mais indicadas para loteamento e construção de moradias.

**Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Cataguases (MG):
Levantamento do Histórico de Ocupação Territorial e Proposta Para a Expansão Urbana**
Rafael Silva Ribeiro & Gilmar Pauli Dias

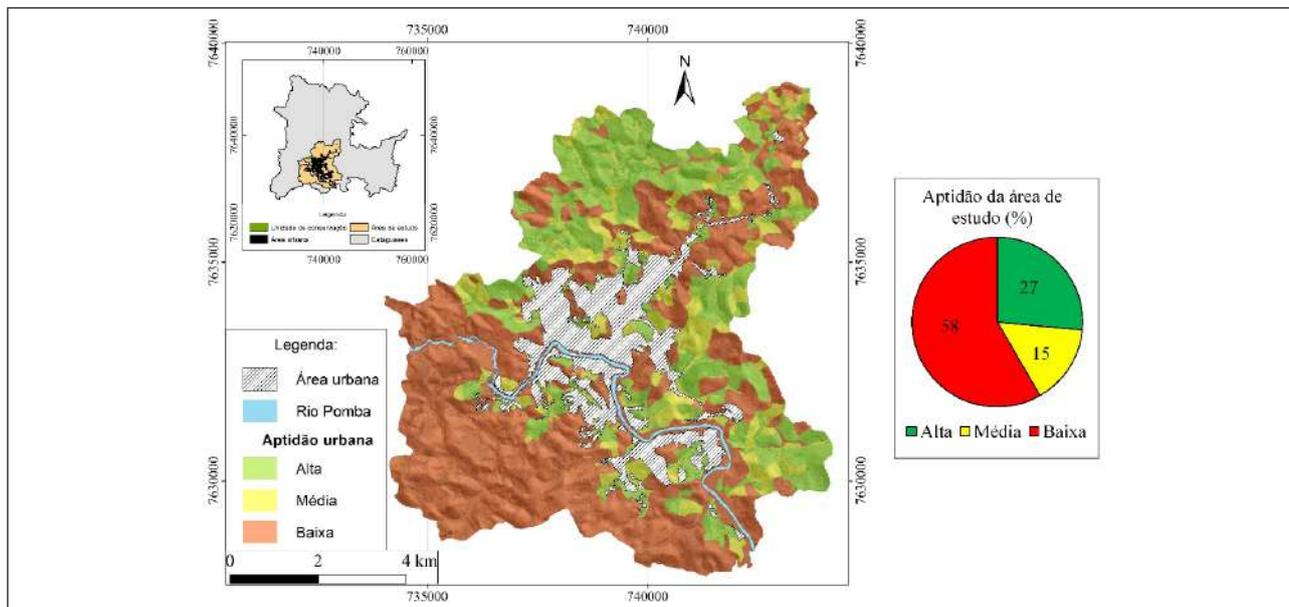


Figura 13 Carta Geotécnica de Aptidão e percentuais de classes de aptidão.

A ocupação urbana é sugerida em regiões com concentração e prosseguimento de manchas de alta e média aptidão, que juntas perfazem 93%. Três grandes áreas se destacam para futuras ocupações e estão situadas a noroeste, leste e sudeste da mancha urbana. A maior, que ocupa a região noroeste, área

para a implementação urbana fica situada à noroeste/norte, mas áreas menores à leste e oeste também apresentam alta aptidão (Figura 14). A Figura 15 mostra exemplo de área de alta aptidão próxima à sede municipal, sendo formada por colinas suaves e morros baixos de baixa declividade.

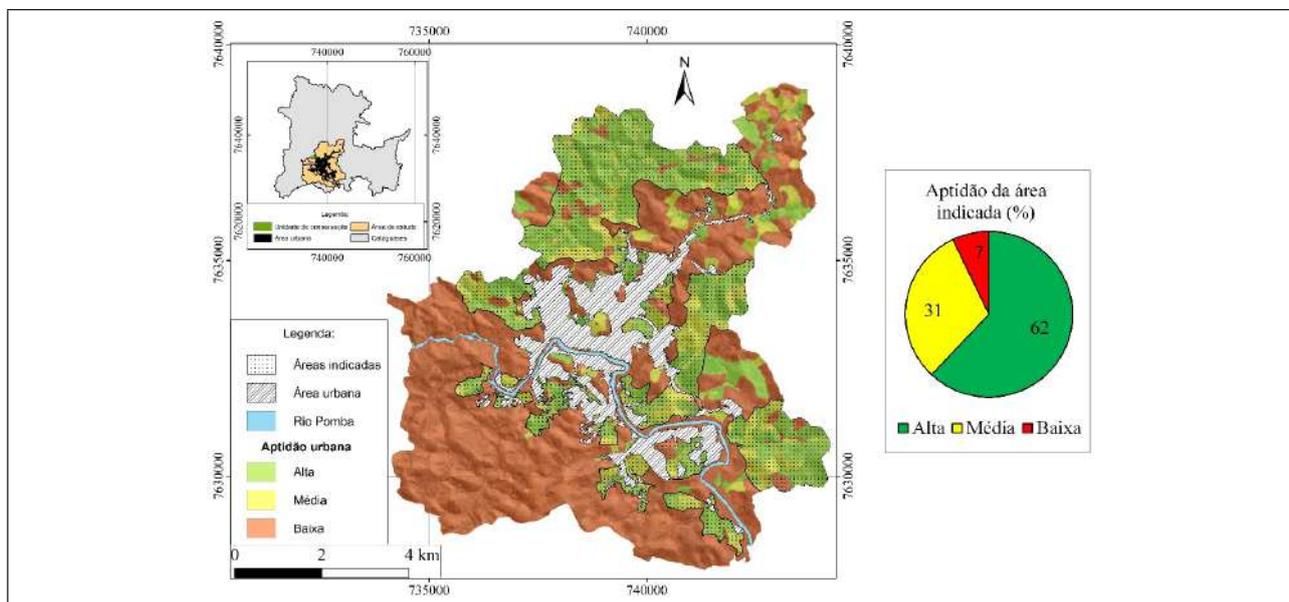


Figura 14 Indicação de áreas para urbanização e percentuais de classes de aptidão.



Figura 15 Região com alta aptidão à urbanização situada à noroeste da sede municipal.

4 Conclusões

No entorno da sede municipal de Cataguases, especialmente a norte e leste, ainda há espaço para expansão da mancha urbana sem causar grandes problemas. Na próxima revisão do Plano Diretor, o gestor público municipal pode considerar esta pesquisa como um instrumento na definição de regiões prioritárias para ocupação, de alta aptidão. Do outro lado, as regiões de baixa aptidão podem ser ocupadas, desde que com obras de engenharia que proporcionem a estabilidade do terreno. Inicialmente estas áreas poderiam estar reservadas para outra forma de destinação que não seja a construção de moradias. Tal decisão dependerá da relação custo-benefício, do planejamento estabelecido no Plano Diretor e da orientação do gestor público.

5 Referências

- Alonso, P.H. 2012. *Memória e Patrimônio Cultural de Cataguases: Volume 1*. Cataguases, ICC 184 p.
- Arquivo Público Mineiro. 2016. Mapa do estado de Minas Gerais – Município de Cataguases. Colorido. Escala: 1: 50.000. 1 mapa: 93,5 x 114,5 cm. Disponível em: http://www.siaapm.cultura.mg.gov.br/modules/grandes_formatos/brtacervo.php?cid=230&op=1. Acesso em 18 de nov. de 2016.
- BRASIL. 1977. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha SF-23-X-D-II-4. 1 mapa. Escala: 1:50.000.
- BRASIL. 2001. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 17 mai. 2019.
- Canil, K.; Freitas, C.G.L.; Sobreira, F.G. & Collares, E.G. 2018. Cartografia Geotécnica e Geoambiental. In: OLIVEIRA, A.M.S. & MONTICELI, J.J. (eds.). *Geologia de Engenharia e Ambiental*. Editora ABGE: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, p.421-438.
- Cardoso, M.F.T.C. 1955. Aspectos Geográficos da Cidade de Cataguases. *Revista Brasileira de Geografia*, 4: 423-448.
- CPRM. 2012. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Disponível em: < <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19201>>. Acesso em: 10 set. 2019.
- CPRM. 2014. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação do Município de Cataguases – MG. 1 mapa: 42,0 x 59,4 cm. Escala: 1:25.000.
- Google Earth. 2015. Programa GoogleEarthPro. Acesso em: 16 mar. 2016.
- Higashi, R.A.R. 2006. *Metodologia de Uso e Ocupação dos Solos de Cidades Costeiras Brasileiras Através de SIG com Base no Comportamento Geotécnico e Ambiental*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Tese de Doutorado, 398p.
- IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos demográficos. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/200#resultado>>. Acesso em: 11 Mai. 2018.
- IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/cataguases/panorama>>. Acesso em: 21 Ago. 2018.
- MINAS GERAIS. 1994. Decreto nº 36.072, de 27 de setembro de 1994. Cria a Estação Ecológica de Água Limpa. Disponível em : <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=1395>. . Acesso em 22 de out. de 2019.
- Netto, M.M. 2002. *Cultura e Espaço em Cataguases*. Monografia do Curso de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, 83 p.
- Oliveira, F.Q.P. & Franzini, M.O. 2016. Pelo Rio, Uma Cidade: Uma Requalificação Urbana em Cataguases (MG). In: III CONGRESSO DE ARQUITETURA, TURISMO E SUSTENTABILIDADE. Cataguases, 2016, p. 195 a 215.
- Plano Diretor de Cataguases (2006). Prefeitura Municipal de Cataguases. 307p.
- Santos, A.R. 2014. Manual Básico para elaboração e uso da Carta Geotécnica. São Paulo, Editora Rudder, 109 p.
- Souza, L.A. & Sobreira, F.G. 2013. Guia para Elaboração de Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres Naturais. 68p.
- UFMG & CODEMIG. 2013. Mapa Geológico da Folha Ubá. 1 mapa. Escala: 1:100.000.
- UFV & FEAM. 2010. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais. 1 mapa. Escala: 1:600.000.