

ANÁLISE COMBINATÓRIA COM BASE EM CRITÉRIOS GEOMORFOLÓGICOS NA INDICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA OCUPAÇÃO URBANA: MUNICÍPIO DE ITABIRITO - MG

Paula Márcia Brasil Garcia ^(a), Cristina Helena Ribeiro Rocha Augustin ^(b), Pedro Benedito Casagrande ^(c)

^(a) Programa de Pós-Graduação de Geografia e Análise Ambiental – Departamento de Geografia do Instituto de Geociências UFMG. E-mail: paulabrazilgarcia@yahoo.com.br

^(b) Professora Titular do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências - UFMG. E-mail: cristinaaugustin@gmail.com

^(c) Doutorando em Geologia – Departamento de Geologia do Instituto de Geociências – UFMG. E-mail: pedrobcasagrande@gmail.com

**Eixo:
Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais**

Resumo

Uma das consequências do rápido e intenso crescimento urbano tem sido a expansão das cidades sem planejamento adequado, causando vários problemas, entre os quais a ação de processos geomorfológicos tais como, enchentes, movimentos de massa e erosão acelerada. A utilização da geomorfologia como base para a análise integrada do meio ambiente pode ser usada não apenas na etapa de planejamento das cidades, como também da sua gestão, uma vez que as dinâmicas da superfície e subsuperfície constituem o fundamento das transformações pelas quais o município passa, tornando-se uma ferramenta de fundamental importância para o estabelecimento de planos de ação envolvendo o desenvolvimento sustentável dessas áreas. O objetivo do presente trabalho é o de apresentar o método de Análise Combinatória, a partir da adoção de variáveis geomorfológicas, na indicação de áreas potenciais para ocupação urbana no município de Itabirito, Minas Gerais.

Palavras chave: Geomorfologia, Planejamento Urbano, Análise Combinatória

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Barthelos (2007), cerca de 70% da população mundial vive hoje em cidades, enquanto no Brasil, segundo o IBGE (2017), esse percentual chega a 84,4%. O processo de urbanização em função da sua intensidade trouxe em seu bojo, impactos ambientais que afetaram não somente os ecossistemas naturais, como também a população humana, mesmo que o grau, extensão e diversidade destes impactos tenham sido distintos em diferentes regiões e países (BARTHELOS, 2007). Eles são em parte decorrentes do desaparecimento da cobertura vegetal e aumento da impermeabilização da superfície das vertentes, com efeitos sobre o aumento da frequência e intensidade das inundações nos centros urbanos.

A ocupação da terra em áreas potencialmente de risco a movimentos de massa e a erosão acelerada presentes em porções consideráveis de áreas urbanas do mundo

subdesenvolvido e em desenvolvimento, é indício de que a questão ambiental, não somente no Brasil, não recebe a devida atenção nos vários tipos de planejamentos territoriais. Levando em consideração essas questões, é fundamental que o planejamento territorial contenha elementos analíticos que induzam e facilitem a avaliação do potencial de uso e ocupação da terra, de maneira a prevenir e mitigar os problemas ambientais decorrentes da ocupação desordenada ou inadequada da terra. O presente artigo objetiva apresentar metodologia em Análise de Multicritérios na indicação de áreas mais adequadas para ocupação urbana no município de Itabirito, Minas Gerais, a partir de variáveis geomorfológicas, como método de abordagem para o planejamento urbano. A Análise de Multicritérios se fundamenta na álgebra de mapas, uma vez que as variáveis selecionadas para representar a realidade, as representam de forma numérica para depois serem integradas. No presente artigo, a técnica de Multicritérios utilizada foi a Análise Combinatória, com vistas a demonstrar quais áreas são mais adequadas para ocupação, a partir de critérios geomorfológicos no município de Itabirito, MG. As variáveis consideradas foram: Geologia/Geotecnia, Índice de Hack, Índice de Concentração da Rugosidade, e Processos Erosivos Acelerados (voçorocamento) e Unidades Geomorfológicas.

2. Características gerais e problemas ambientais da área de estudo

O município de Itabirito (figura 1), que possui a população de 50.816 habitantes (IBGE, 2017), dista 55 km de Belo Horizonte e é formado pelos distritos: Sede, Acuruí, São Gonçalo do Baçõ e São Gonçalo do Monte. Como parte da província mineral denominada Quadrilátero Ferrífero, Itabirito tem historicamente a atividade mineraria como um dos motores de sua economia. A partir do século XX, esta atividade tem crescido em toda a região, apresentando grandes áreas exploradas e suas cavas. Parte dos impactos no município é também resultante da falta de gestão no controle da dinâmica de ocupação, o que gera problemas de expansão desordenada, aumento de áreas de risco, comprometimento de áreas de proteção ambiental e uso inadequado dos recursos naturais.

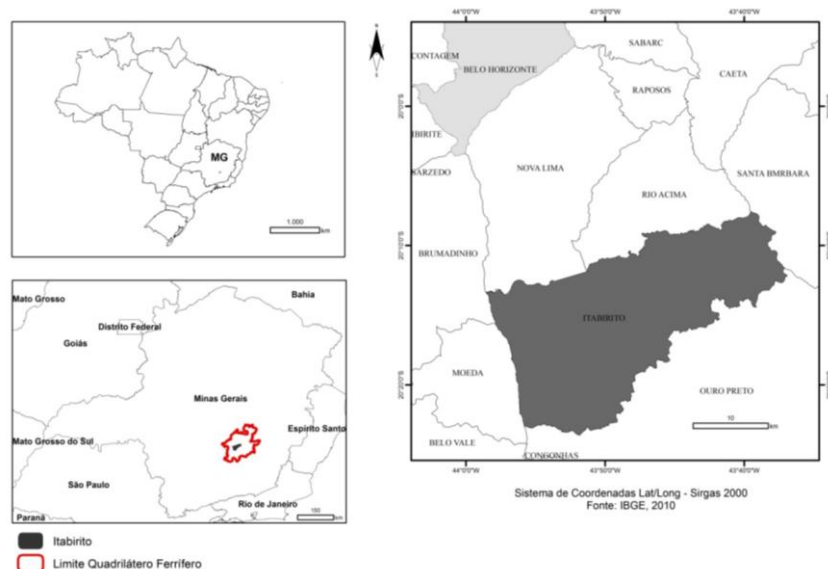


Figura 1 – Mapa de localização do município de Itabirito – MG (Fonte IBGE, 2010).

3. Métodos e técnicas

O método empregado na Análise de Multicritérios, destinado a representar quais as melhores áreas a serem ocupadas sob o ponto de vista geomorfológico no município de Itabirito foi a Análise Combinatória. Para isto, foram utilizadas cinco variáveis: Unidades Geomorfológicas, Índice de Concentração da Rugosidade, Índice de Hack, Geologia/Geotecnia, Processos Erosivos Acelerados (voçorocamento). Estas são descritas e foram obtidas da seguinte maneira: **1) Geomorfologia**, que foi elaborada a partir da interpretação do relevo, tendo como instrumentos de apoio os mapas de hipsometria, de declividade e a confecção e interpretação de perfis longitudinais da área de estudo, bem como a caracterização das áreas a partir de dados secundários existentes na literatura. Foram identificadas cinco grandes estruturas da paisagem física – *landscapes* – sendo elas: Superfície Residual Elevada, Nível Intermediário de Topo Achatado, Nível Residual Dissecado, Superfície Dissecada Rebaixada e Vale Fluvial Preenchido; **2) O Índice de Concentração da Rugosidade (ICR)** consiste em uma metodologia proposta por Sampaio & Augustin (2014) que objetiva quantificar e classificar as unidades de relevo, a partir da distribuição espacial da declividade. Este processo se dá através da compartimentação e quantificação do relevo tendo como base a avaliação dos padrões de distribuição espacial da declividade; **3) O Índice de Hack** é uma variável quantitativa cujo objetivo é o de identificar a potência dos rios para carrear material de dada granulometria (competência dos fluxos) e as características dos canais. Para a elaboração do índice, foram utilizadas:

a) as ferramentas *Knickpoint Finder* desenvolvidas por Salamuni, et al. (2013), que acoplado ao software *Arcgis*, buscam pontos que sinalizam rupturas no terreno; b) o algoritmo *River Merge* também desenvolvido por Salamuni et al. (2013) para unificar segmentos de drenagem; c) o software *Arcgis* 10.5 para o sistema de unificação das informações e plataforma de funcionamento do *Knickpoint Finder*; d) imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) NASA, apresentando resolução espacial de 30 metros; **4) Geologia/Geotecnia**, que indica a resistência das rochas a partir da sua litologia, elaborado por Parizzi (2011); **5) Processos Erosivos Acelerados (voçorocamentos)** que consistiu na identificação dos processos erosivos acelerados por imagens de satélite, via Google Earth (2018) e vetorização manual dos mesmos no software *Arcgis* 10.5.

3.1. Análise de Multicritérios: Análise Combinatória

A Análise de Multicritérios por Análise Combinatória consiste em realizar julgamentos “par a par” das variáveis consideradas na análise. Conforme ROCHA et.al.(2018), este método permite o pesquisador o controle do significado da presença de cada variável e o estudo sobre o impacto da combinação com outras variáveis nos resultados parciais. Este processo, segundo Rocha, et.al. (2018), ocorre de forma sucessiva à medida que se acrescentam variáveis à análise, até que se atinja a análise final que resulta da combinação com a última variável (Figura 2).

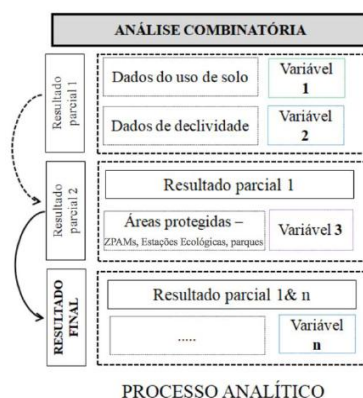


Figura 2 – Esquema metodológico da Análise Combinatória cujo processo ocorre por etapas de análise “par a par”, gerando resultados parciais, sucessivamente caso seja acrescentado mais variáveis (n variáveis) até a última análise que será o resultado final (ROCHA, et.al, 2018).

3.3. Caracterização das Variáveis Consideradas

As variáveis utilizadas nas duas técnicas de Análise de Multicritérios e descritas a seguir, Unidades Geomorfológicas, Índice de Concentração da Rugosidade (ICR), Índice de Hack Geologia/Geotecnia, e Processos Erosivos Acelerados (voçorocamentos), expressam características relativas ao modelado do relevo, suas principais propriedades e potenciais de uso na área de estudo.

A variável: Unidades Geomorfológicas: busca atender à proposição de uma visão mais integrada e contextualizada dos aspectos biofísicos da área de estudo, expressando a estruturação das suas formas do relevo, uma vez que estas se encontram intrinsecamente associadas aos processos que nelas atuaram e ainda atuam, e aos seus materiais de composição, sejam eles rocha ou geocoberturas, incluindo o solo. Como mostra a figura 3, foram identificadas cinco Unidades componentes da paisagem, descritos a seguir:

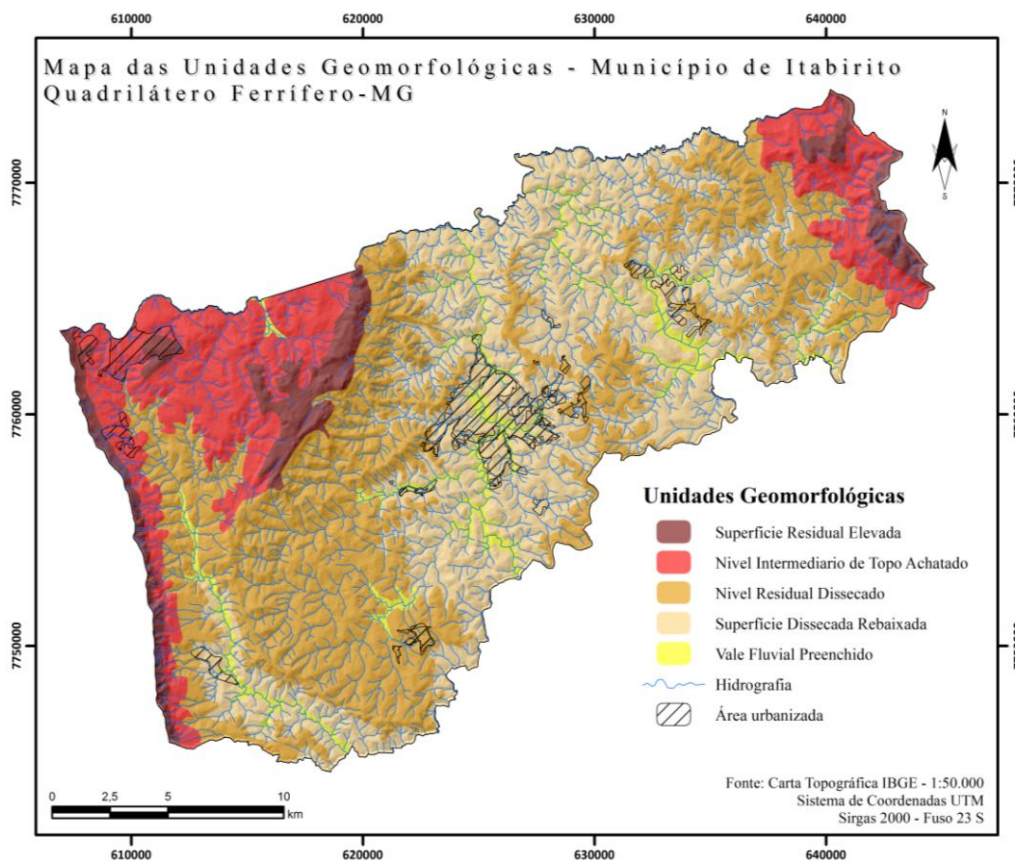


Figura 3 – Mapa das Unidades Geomorfológicas do Município de Itabirito - MG

a) Superfície Residual Elevada, formada pelos topos das cadeias dobradas de rochas de itabiritos da Formação Cauê do Grupo Itabira, e quartzitos da Formação Moeda do Grupo Caraça, encontram-se localizadas nas bordas leste e oeste do município, e são representadas respectivamente pelo Sinclinal Gandarela e pela Serra de Itabirito. Essas serras, com altitudes entre 1620 e 1740m são, sinclinais alçados, remanescentes de

estruturas antigas geológicas submetidas à inversão de relevo. Apresenta baixas taxas de denudação geoquímica em relação às demais unidades devido à extensa presença de lateritas *lato sensu* (l.s), nos termos propostos Augustin, et al. (2013), o que contribui para a manutenção das porções mais elevadas do relevo. A presença das cangas, ou lateritas (l.s), e a relativa convexidade dos mesmos influenciam nas baixas taxas de infiltração da água de chuva. Em função da resistência dessas coberturas e ainda dos quartzitos ao processo de intemperismo químico, mesmo em condições quentes e úmidas na maior parte do ano, apresentam relevo com vários afloramentos, em especial no domínio quartzítico; **b) Nível Intermediário de Topo Achatado** ocupa os extremos noroeste e nordeste do município, com altitudes intermediárias entre 1373 e 1618m, formando níveis topográficos mais baixos do que os do domínio anterior. São áreas nas quais se destacam os patamares erosivos mais elevados do vale do ribeirão do Silva que foram e continuam sendo modeladas pela incisão da drenagem e reafeiçoamento das encostas, embora apresentem menor densidade de drenagem do que as demais Unidades. Por se encontrarem em espaço contíguo aos dos topos dos sinclinais, contam com declividades acentuadas nos fundos de vale, embora seus topos sejam largos e achatados, indicando a possibilidade de que sejam relevos residuais de antigos pedimentos preservados em função da dificuldade de incisão da drenagem. São áreas, que do ponto de vista geotécnico, têm potencial de uso para ocupação por construções, mas que do ponto de vista do conjunto de fatores em análise, deveriam ser preservadas. Além disso, são áreas de nascentes, que deveriam ser preservadas como potencial futuro para fornecimento de água potável. Em função da declividade menos acentuada dos topos, da litologia e das características estruturais da região, submetida a expressivas deformações, há tendência de maior infiltração da água de escoamento superficial, transformando essas áreas em bons retentores de água que alimentam as nascentes de córregos e ribeirões da área estudada. São áreas de reservas hídricas apresentando, portanto, potencial de uso de recursos naturais para abastecimento de água para a área urbana; **c) Nível Residual Dissecado** apresenta altitudes entre 940 e 1460m, e constitui patamares topograficamente mais baixos da Unidade II (Nível Intermediário de Topo Achatado), já erodidos e dissecados devido à alta concentração da drenagem. Constitui a segunda maior Unidade em termos de área e ocupa todas as porções do platô interno da Serra da Moeda e da bacia do rio das Velhas. Os processos geomorfológicos mais frequentes, em parte decorrentes da cobertura vegetal mais aberta e da declividade

acentuada em vertentes de vales encaixados, são: a erosão dispersa, provocada pelo escoamento superficial da água de chuva e, em algumas vertentes, o voçorocamento; **d) Superfície Dissecada Rebaixada**, unidade caracterizada por relevo de colinas arredondadas e vales encaixados, localizados em patamares topograficamente mais baixos das bacias dos rios do Peixe e ribeirão Mata Porcos, posteriormente denominado de rio Itabirito, estão entre as altitudes de 760 e 1120 m. Ocupando as posições topográficas intermediárias entre os fundos de vale e Nível Residual Dissecado essa Unidade tem, por vezes, vales encaixados, de paredes abruptas, indicando retomada erosiva recente. Também é uma Unidade na qual ocorrem as voçorocas, associadas às atividades de mineração no passado e mesmo às agrícolas. A presença de voçorocas compromete o uso e ocupação da terra, bem como contribui para o assoreamento dos fluxos de água da área; **e) Vale Fluvial Preenchido** situada entre as cotas 840 e 980m, é uma unidade caracterizada pelos processos fluviais sazonais de erosão, deposição, apresentando elevada carga sedimentar, em parte resultante do material erodido proveniente da densificação de voçorocas, em grande parte causada por ações antrópicas, entre elas, uso e ocupação inadequado de áreas para a construção, aberturas de estradas vicinais, mudanças nos cursos dos rios, ribeirões e córregos, mineração entre outros, apesar de sua ocorrência ter também forte condicionamento das litologias cristalinas do Complexo do Bação.

As Unidades Geológicas/Geotécnicas: são importantes indicadores das condições para ocupação da área por construções e obras civis (figura 4). Indica também, segundo classificação de Parizzi (2011), o predomínio de rochas graníticas do Cristalino nas porções centrais, topograficamente mais baixas do município. Essas rochas, quando submetidas às condições climáticas úmida com temperaturas elevadas sofrem intenso processo de intemperismo químico e também mecânico, levando à formação de espessas geocoberturas que favorecem a atuação de processos erosivos e de movimentos de massa, em especial em vertentes íngremes, sem, ou com pouca cobertura vegetal (YOUNG, 1972). O substrato rochoso que ocupa toda a porção central do município é formado por migmatitos, gnaisses de composição granítica, tonalítica e granodiorítica do Complexo Bação, que apresenta aspecto dômico e características de cisalhamento nas bordas (DORR, 1969). O segundo domínio é formado por rochas do Supergrupo Rio das Velhas, intensamente metamorfisadas, que inclui rochas verdes, lavas riolíticas e rochas sedimentares intercaladas, sendo que o itabirito ocorre nas unidades

metassedimentares nas quais são encontradas Formações Ferríferas Bandadas (BIF) (ROSIÈRE, C. A. & CHEMALE, F. Jr., 1991). O terceiro domínio é constituído por rochas do Supergrupo Minas, que é uma sequência metassedimentar, formada por quatro grupos, sobreposta em desconformidade ao Supergrupo Rio das Velhas.

O **Índice de Hack (IH)** traduz, em síntese, a energia das bacias de drenagem (FONSECA & AUGUSTIN, 2011), constituindo um importante atributo da análise geomorfológica, uma vez que a energia das bacias é um dos componentes morfométricos mais amplamente utilizado para a compreensão da dinâmica da superfície continental da Terra. Os valores intermediários do IH ocorrem em regiões de cabeceiras, onde se espera encontrar maior energia de dissecação, em função da declividade, que tende a ser mais elevada nestas áreas. Os menores valores dos IH, correspondem às áreas nas quais a dissecação é dificultada pela presença de canga, ou nas porções mais baixas da bacia do rio das Velhas, áreas que apresentam também uma menor quantidade de *knickpoints*.

O **Índice de Concentração de Rugosidade (ICR)** indica a presença de valores mais elevados coincidentes, em geral, com o contato entre as rochas de diferentes resistências. No entanto, as áreas com maiores valores de ICR correspondem aos relevos das áreas de nascentes e entalhes mais efetivos das encostas, o que favorece o desenvolvimento de relevo mais acidentado e íngreme. Os maiores índices de ICR são encontrados acompanhando as bordas internas da Serra do Itabirito voltadas para o vale do Rio das Velhas e na porção nordeste do município, e nos domínios do Sinclinal Gandarela. Outra observação refere-se aos valores mais baixos do ICR, que correspondem às porções mais baixas do vale do rio das Velhas. Também são observados valores menos elevados do ICR na região onde se concentram as voçorocas em vertentes com declividades mais suaves, submetidas ao intenso uso da terra, com possíveis efeitos nos níveis de base dos rios e na perda da cobertura vegetal, levando à intensificação desse tipo de erosão acelerada.

A **variável: Processos Erosivos Acelerados (voçorocamento)** foi considerada devido à alta concentração deste processo geomorfológico no município, sobretudo na porção sul, próximo ao distrito de São Gonçalo do Bação. Silva (2007) atribui essa aglomeração à presença de um ambiente morfologicamente instável, com diferentes tamanhos e formatos, nos terrenos sustentados por granito-gnaiss. Na região de estudo,

esta área possui ocupações esparsas, mas se encontra em processo de expansão, que caso não houver uma intervenção por parte do poder público no manejo de uso e ocupação destas áreas, as edificações já instaladas estão suscetíveis a riscos.

4. Discussão dos resultados

O esquema lógico foi elaborado através da soma dos valores atribuídos a cada variável, conforme pode ser observado nas tabelas 1, 2 e 3. Foram integradas as variáveis Índice de Hack com Índice de Concentração da Rugosidade (Tabela I) e Geomorfologia com Geologia/Geotecnia (Tabela II). Salienta-se que os valores indicados nas tabelas 1 e 2 não possuem relação, ou seja, não são quantitativos, nem possuem valor de julgamento, e sim valores atribuídos apenas para permitirem a separação dos componentes de legenda das respectivas variáveis, tendo a função de as tornarem seletivas ou nominais. Como exemplo, para os componentes de legenda do Índice de Hack que varia de muito baixo para muito alto, foram atribuídos valores que possuem a função apenas de tornar cada um seletivo; assim como para os componentes de legenda do Índice de Rugosidade, Geomorfologia e Geologia/Geotecnia.

Tabela I – Integração das variáveis: Índice de Concentração da Rugosidade e Índice de Hack.

		Índice de Concentração da Rugosidade				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Índice de Hack		615	622	629	636	742
	Muito baixo 310	925	932	939	946	1052
	Baixo 320	935	942	949	956	1062
	Médio 330	945	952	959	966	1072
	Alto 340	955	962	969	976	1082
	Muito Alto 350	965	972	979	986	1092

Legenda: vermelho=muito ruim; laranja=ruim; amarelo=médio; verde claro=bom; verde escuro=muito bom.

Tabela II – Integração das variáveis: Geomorfologia e Geologia/Geotecnia

		Geomorfologia				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Geologia/Geotecnia		201	202	203	204	205
	Muito baixo 35	236	237	238	239	240
	Baixo 45	246	247	248	249	250
	Médio 55	256	257	258	259	260
	Alto 65	266	267	268	269	270
	Muito Alto 75	276	277	278	279	280

Legenda: vermelho=muito ruim; laranja=ruim; amarelo=médio; verde claro=bom; verde escuro=muito bom.

Através das duas primeiras integrações: Índice de Hack com Índice de Concentração da Rugosidade (Tabela 1) e Geomorfologia com Geologia/Geotecnia (Tabela 2) foram obtidos os primeiros resultados da análise, que serviram de base para o resultado final. A partir do produto das duas integrações foi realizada uma nova integração, dessa vez com a variável Processos de Erosão Acelerada (voçorocamento). Esta foi considerada separadamente, devido à grande concentração deste processo no município. O resultado final pode ser analisado na figura 7. No mapa gerado por essa técnica (Figura 6), os melhores locais correspondem a unidade geológica Complexo do Bação (que ocupa a área central do município), embora na porção sul, onde se concentram as voçorocas, alguns locais tenham resultado em baixo potencial devido justamente a ocorrência deste processo.

Dentre as áreas que apresentaram baixo potencial, destacam-se às áreas de serras, mais precisamente o sinclinal Moeda e o sinclinal Gandarela, por serem áreas com alto índice de rugosidade bem como apresentarem grande concentração de nascentes.

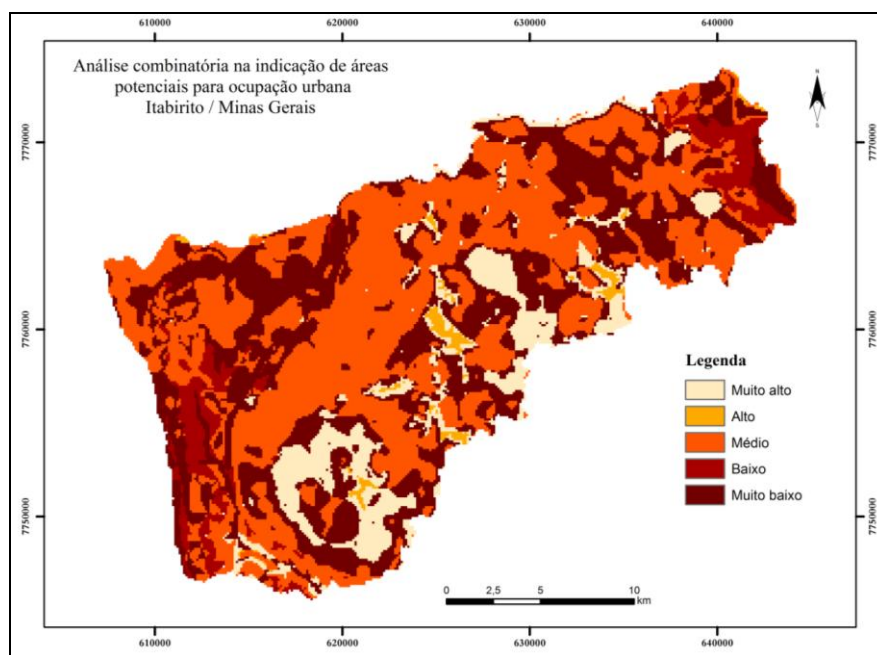


Figura 6 – Mapa resultante da Análise Combinatória na indicação de áreas potenciais para ocupação urbana.

Também com baixos potenciais de uso destaca-se a Unidade Nível Intermediários de Topos achatados, que contam com baixa densidade de drenagem e também são áreas de nascentes. São áreas que podem, em função da localização geomorfológica abaixo Superfícies Residuais Elevadas, serem consideradas de potencial

de risco, em função de deslocamentos de blocos de cangas. Também são áreas com concentração de atividades minerárias inadequadas, portando, para expansão urbana.

5. CONCLUSÃO

O mapa resultante da aplicação da técnica representa de maneira integrada os potenciais de usos dos diferentes componentes da paisagem, tendo como base a compreensão de que as formas de relevo congregam em si vários aspectos importantes do meio ambiente, pois influenciam e condicionam:

O escoamento/infiltração da água de chuva com efeitos sobre: 1) o potencial erosivo nas vertentes (BARBOSA & AUGUSTIN, 2000); 2) A estabilidade/instabilidade das encostas e suas respostas sob forma de movimentos de massa, mesmo em maciços rochosos (MORISAWA et al., 1994); 3) O transporte/assoreamento dos canais fluviais, influenciando também na ocorrência de enchentes e inundações; 4) O nível freático, que tende a acompanhar o relevo; 5) O desenvolvimento das geocoberturas, entendidas aqui como todo o material presente na vertente, da superfície à rocha sã, incluindo o solo pedológico e, dessa maneira, na cobertura vegetal, afetando tanto os ecossistemas (QUEIROZ NETO, 1989), como o potencial de ocupação urbana .

O conhecimento das características e da dinâmica do meio ambiente de uma área, ou seja, dos processos e dos agentes modeladores da paisagem, é imprescindível para fundamentar planos que visem ordenar a ocupação da terra, e evitar a ocupação em locais inadequados e potenciais para formação de áreas de risco, que posteriormente se transformam em um desafio para a gestão das cidades, uma vez que se tornam áreas consolidadas.

Através do levantamento de dados e a produção das variáveis utilizadas na técnica de Análise Combinatória pode-se afirmar que no processo de planejamento das cidades, faz-se necessário um conhecimento sobre as variáveis geomorfológicas e ligadas ao meio físico. Este conhecimento permite traçar prognósticos de situações de risco tais como áreas suscetíveis à inundação, escorregamentos, deslizamentos, dentre outros. Desta maneira a necessidade de conhecimento do território é fundamental para que o município possa melhor explorar seu uso e ocupação do solo a fim de gerar melhorias para a população e planejar de forma mais adequada a partir do conhecimento em função do local geográfico a qual está inserido.

6. Referências Bibliográficas

- AUGUSTIN, C.H.R.R.; LOPES, M.R.S.; SILVA, S.M. Lateritas: um conceito ainda em construção. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol.14, n.3, 241-257, 2013.
- BATHRELLOS, G.D.I. An overview in urban geology and urban geomorphology. Bulletin of the Geological Society of Greece vol. XXXX, In: **Proceedings of the 11th International Congress**, Athens, 2007.
- BRUNSDEN, D.; THORNES, J.B. Landscape sensitivity and change. **Transactions of the Institute of British Geographers**, NS 4, 463–84, 1979.
- CARVALHO, A.F., CURI, N., SHINZATO, E. Relações solo-paisagem no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.8, 903-916, 2010.
- FONSECA, B.M; AUGUSTIN, C.H.R.R. Use of GIS to calculate Hack Index as a basis for comparative geomorphologic analysis between two drainage basins: a case study from SE-Brazil. In: International Geographic Union Regional Geographic Conference - UGI 2011, Santiago. **Resumos...** Santiago: Military Geographic Institute of Chile (IGM), vol. 1, 1-12, 2011.
- HACK, J.T. Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. U.S. **Geol. Survey, Professional Paper**, 294, 45-97, 1957.
- IBGE: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2017. Disponível em: Acesso em: 2018.
- MORISAWA, M. (Eds.). **Geomorphology and Natural Hazards. Proceedings of the 25th Binghamton Symposium in Geomorphology**, Binghamton, USA. Elsevier. 355p. 1994.
- PARIZZI, M.G.; MOURA, A.C.M.; MEMÓRIA, E.; MAGALHÃES, D.M. Mapa de Unidades Geotécnicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: **13 Congresso de Geologia de Engenharia e Ambiental**, 2011, São Paulo 2011.
- QUEIROZ, N.J.P. Vegetação fator de proteção do solo. In: Encontro Nacional de Estudos do Meio Ambiente, 1989, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 267 – 277, 1989.
- ROCHA, N.A., CASAGRANDE, P., MOURA, A.C.M. Análise Combinatória e Pesos de Evidencia na produção de Análise de Multicritérios em Modelos de Avaliação. **GeoSIG Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica**, 2018.
- ROSIÈRE, C. A. & CHEMALE, F. Jr. Textural and structural aspects of iron ores from Iron Quadrangle, Brazil. In Pagel, M. & Leroy, J. L. (eds.). **Source, Transport and Deposition of Metals, Amsterdam**, Balkema, 485 – 488, 1991.
- SALAMUNI, S., NASCIMENTO, E. R.; SILVA, P. A. H.; QUEIROZ, G. L.; SILVA, G. da; Knickpoint Finder: ferramenta para busca de geossítios de relevante interesse para o geoturismo. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.70, 200-208, 2013.
- SAMPAIO, T.V.M.; AUGUSTIN, C.H.R.R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.15, n.1, 47-60, 2014.
- SILVA, R.F. **A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: potencial para o uso turístico da sua geologia e geomorfologia**. Dissertação de Mestrado. 2007. 144 f. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Departamento de Geografia, Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- VERSTAPPEN, H.TH. Applied geomorphology: geomorphological surveys for environmental development, Elsevier, Amsterdam, 1983.
- YOUNG, A. Slopes. Clayton, K. (Ed.). London: Longman. 288p. 1972.