

**O GEODESIGN APLICADO A GEOLOGIA COMO BASE DO  
PLANEJAMENTO URBANO – QUADRILÁTERO FERRÍFERO/MG**

Pedro Benedito Casagrande <sup>1</sup>; Ana Clara Mourão Moura <sup>2</sup>,  
Maria Giovana Parisi <sup>3</sup>

**Resumo** – A geologia como base ao planejamento urbano e a utilização da metodologia do Geodesign para a tomada de decisões coletivas a partir da integração dos diversos agentes sociais e a utilização de geoprocessamento para realizar tal operação. A partir disto a geologia como parte do processo de transformação da paisagem para a elaboração de planos futuros para a área de estudo.

**Abstract** – Geology as a basis for urban planning and the use of Geodesign framework for collective decision making based on the integration of the various social agents and the use of geoprocessing to do this study. From this, geology is part of the transformation process of the landscape for the preparation of future plans for the study area.

**Palavras-Chave** – Planejamento Urbano, Geologia Urbana, Geodesign

---

<sup>1</sup> Geól., PhD candidate, Universidade Federal de Minas Gerais, (31) 98881-5600, pedrobcasagrande@gmail.com

<sup>2</sup> Arq. Urb., PhD, Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte - MG, (31) 99959-5637, anaclaramoura@yahoo.com

<sup>3</sup> Geól., PhD, Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte - MG, (31) 98795-6293, mgparizzi@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Um campo de investigação ainda muito pouco explorado pela Geologia: os estudos de transformação da paisagem minerada, a cocriação de alternativas de paisagens futuras para uma paisagem de interesse de mineração e o projeto coletivo que considera diferentes aspectos que fazem parte das variáveis de consideração dos geólogos. Na atuação em Geologia, as empresas de médio ou grande porte estruturam setores de especialização, nos quais os geólogos e outros profissionais das ciências da terra (ambientalistas, biólogos, engenheiros de minas, entre outros) elaboram propostas para o uso e transformação do território, objetivando a melhor escolha locacional para ações de desenvolvimento, manutenção e proteção. A rotina desses profissionais é a produção de laudos, planos e projetos. Contudo, ainda é considerada uma inovação para este setor da produção e da ciência a prática de projetos segundo a lógica do Geodesign.

O Geodesign favorece a cocriação de ideias, na qual os diferentes olhares e valores são colocados em uma mesma mesa de propostas, compartilhando opiniões. Os participantes envolvidos, que respondem por diferentes setores e olhares da sociedade, chegam com suas ideias e valores e, diante da oportunidade de comparar suas propostas com as dos demais, constroem coletivamente novas propostas que são frutos de valores coletivos. É uma nova oportunidade para que o geólogo e outros profissionais relacionados aos setores de mineração, transformadores da paisagem, possam atuar em projeto de cocriação de paisagens que retratem o interesse coletivo.

Para as investigações das potencialidades do Geodesign para a gestão de áreas de interesse geológico – sejam elas de produção, reconhecimento de valores ou de proteção –, escolheu-se como estudo de caso a área do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, Brasil, em função de seu papel emblemático para o setor. O Quadrilátero Ferrífero é o coração da exploração e produção mineral em Minas Gerais, no qual significativos conflitos de interesse se colocam: berço da rede urbana colonial e do patrimônio cultural mineiro, área de importantes recursos naturais e ambientais, de valores de paisagem, do *genius loci* das paisagens das montanhas mineiras, de grande valor econômico relacionado à mineração e de expressiva expansão urbana. Nesse sentido, o estudo de caso, por sua complexidade, favorece ampla discussão sobre o potencial do Geodesign para o setor de planejamento da paisagem minerada.

O trabalho apresenta resultados de análises do “Workshop de Geodesign com Viés Geológico como Base para o Planejamento Urbano do Quadrilátero Ferrífero”. A partir dos estudos foi observada a necessidade e o potencial de se investigar a abordagem especificamente do ponto de vista dos valores da Geologia. Assim, o presente trabalho proporcionará esse olhar mais específico do ponto de vista da Geologia como base ao planejamento, apoiado pelo Geodesign. Todo o trabalho se baseou em questões ligadas àquela ciência e relacionadas à área de estudo, utilizando o Framework do Geodesign a fim de encontrar soluções para os conflitos de interesses presentes.

O primeiro passo foi a definição das temáticas principais que deveriam ser consideradas para uma investigação do ponto de vista da Geologia, para um workshop que favorecesse os diferentes olhares que um geólogo compõe sobre um território. Eles partem de princípios de potencialidades, valores e conflitos de interesses. As abordagens se relacionam às múltiplas temáticas geológicas, que constituíram sete grandes sistemas para a atividade, favorecendo estudos do papel da Geologia no planejamento.

Entre os sistemas mapeados, ressalta-se a grande importância dos processos geológicos, os quais podem explicar as formas de ocupação do território desde o seu início, influenciando sua evolução e os processos de transformação da paisagem.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

As serras que se interligam desde o Rio de Janeiro até o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, formam um alinhamento de picos, que serviu como referência para os pioneiros na interiorização do território brasileiro. Essa influência geológica foi uma das principais referências para os primeiros brasileiros que se adentraram no Brasil, para explorar e, também, buscar metais preciosos. Afinal, esses desbravadores imaginavam que, devido ao alinhamento dessa região com Potosí, na Bolívia (MACHADO, 2009), onde os espanhóis já estavam minerando, eles iriam poder realizar o mesmo em terras brasileiras.

Com esse fato, a região se tornou uma província minerária, devido à exuberante quantidade de commodities minerais presentes no local e, assim, a urbanização se iniciou. As formações geológicas e suas consequências geomorfológicas conduziram e influenciaram o início da urbanização do interior do Brasil. O início da história de interiorização do Brasil possui ligações embrionárias à Geologia e à Geomorfologia. Essa relação pode ser observada na reflexão de Paraizo (2004, p. 12), “um conhecimento acerca dos processos formadores do nosso planeta e de sua evolução no tempo”, o qual serviu de guia para o homem desde o início de sua história.

O desenvolvimento dos fenômenos geológicos, aliado aos processos geomorfológicos, modelou o terreno de forma primária e secundária, atuando de forma constante. Esses eventos têm espaços temporais longos, praticamente inassimiláveis para a percepção humana.

Essas modificações realizadas pelo homem têm gerado os mais diversos conflitos de interesses, sejam econômicos ou ambientais. Dessa forma, observando-se esse contexto atual, optou-se por realizar o procedimento de Geodesign para criar possibilidades de futuros alternativos em relação à área de estudo. O framework utilizado nos estudos da área, proposto por Steinitz (2012), demonstra ser uma interessante estrutura lógica para se discutir o território.

A abordagem é específica para as questões de interesse do ponto de vista e do papel da Geologia ligada ao planejamento, em uma área muito relevante nas escalas nacional e internacional. Há evidências de que esses conflitos têm origem nas questões econômicas ligadas ao planejamento urbano, industrialização e meio ambiente no Quadrilátero Ferrífero (Figura 1).

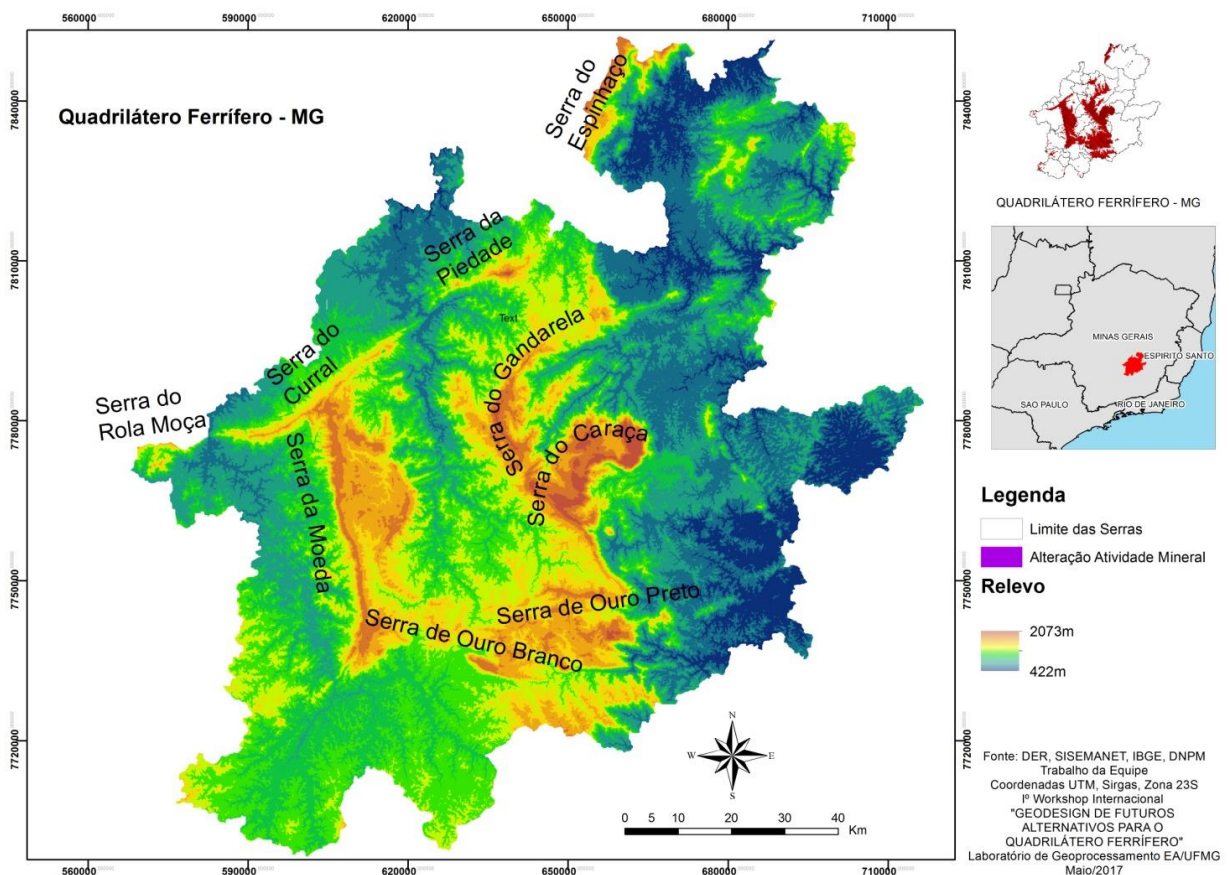


Figura 1 – Localização do Quadrilátero Ferrífero e as Serras que o delimitam

Fonte: DER, SISEMANET, IBGE, DNPM (2017).

O Quadrilátero Ferrífero está localizado no Centro-Sul do Estado de Minas Gerais, no Brasil, abrangendo uma área de, aproximadamente, 7.000 km<sup>2</sup>, inserida em uma região de terras altas, onde ocupa uma região circundada de serras dispostas quase que ortogonalmente. Essas serras se localizam em altitudes que giram em torno de 1.000 metros e há picos com elevação altimétrica superior a 2.000 metros. É delimitado nos extremos pelos municípios de Itabira, Mariana, Congonhas e Itaúna, os quais estão geograficamente arranjados de forma quadrangular no território (RUCHKYS, 2007), e pelas serras, de norte para sul e de oeste para leste: Serra Azul, Rola Moça, Curral e Piedade (flanco norte); Moeda (flanco oeste); Ouro Branco e Outro Preto (flanco sul); Caraça e Gandarela (flanco leste). (DORR, 1969).

A origem taxonômica da região foi denominada por Gonzaga de Campos (RUCHKYS, 2007; SCLIAR, 1992), devido às jazidas de minério de ferro ali encontradas. Além delas, há uma diversificada gama de outros fatores relevantes, tais como a paisagem local, tipo de vegetação que ocorre somente nessa área, nascente de rios importantes na formação da rede hidrográfica regional e até nacional. (SILVA, F., 2007).

A compreensão dos valores do Quadrilátero Ferrífero é muito mais difícil do que se imagina, tendo em vista a presença da ocupação e expansão urbana conflitantes com a conservação da paisagem e com a atuação das mineradoras. Em paralelo ao interesse econômico, acontece também o interesse ambiental, o que gera conflitos espaciais, pois há a sobreposição e justaposição de interesses entre as partes que atuam nesse espaço. Observa-se, ainda, que a área é de crescimento urbano, pois corresponde ao vetor sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). (TONUCCI FILHO, 2012). Como resultado, há conflitos ambientais e territoriais no Quadrilátero Ferrífero, relacionados aos diferentes interesses de utilização do território e à sua evolução, ligada aos agentes hegemônicos. (SILVA, F., 2007; SOUZA, 2007).

E, por fim, por ser uma área conformada por serras de grande representatividade ambiental, mineral e geológica, nas quais há ainda a localização da capital do Estado, delimitada pela Serra do Curral, tem como característica a dificuldade de integração regional, em virtude das barreiras naturais formadas pela topografia. (CONTI, 2009).

## **2.1. O Sistema de Vulnerabilidade por Antropização Urbana em um viés Geológico e Geomorfológico**

Esse sistema foi elaborado com 4 (quatro) variáveis para o Modelo de Representação. A principal delas foi o Potencial de Uso Geotécnico (Figura 2), com base na classificação de Parizzi (2010), que atribui notas para cada litotipo. Juntamente a essa variável, se observou o Índice de Hack (Figura 3), proposto por Hack (1973), o qual traz as características do relevo, associando-o à drenagem, sendo conhecido no Brasil como Relação Declividade-Extensão (RDE) (ETCHEBEHERE et al., 2004).

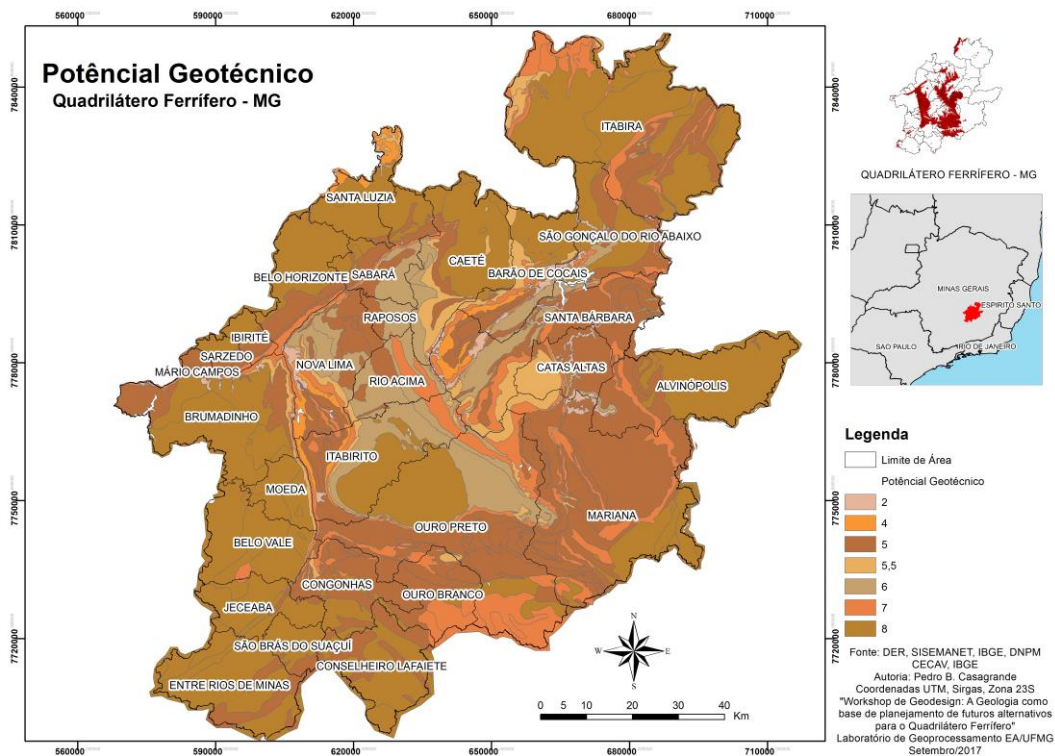


Figura 2 – Potencial Geotécnico. Fonte: elaborado pelo autor com base em DER, SISEMANET, IBGE, DNPM, CECAV (2017) e em Parizzi (2010).

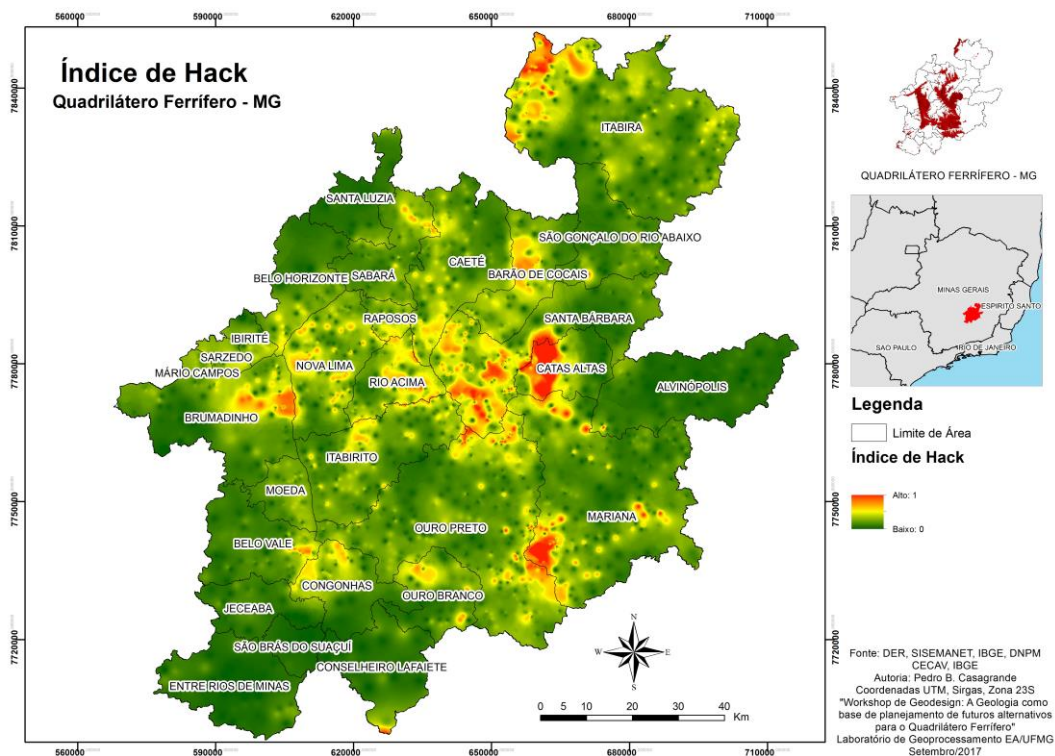


Figura 3 – Índice de Hack (IH). Fonte: elaborado pelo autor com base em DER, SISEMANET, IBGE, DNPM, CECAV (2017) e em Hack (1973).

Para finalizar os Modelos de Representação, foi utilizado o mapa de Manchas Urbanas Consolidadas (Figura 4) e o mapa de Assentamentos Urbanos (Figura 5) presentes na área de estudo.

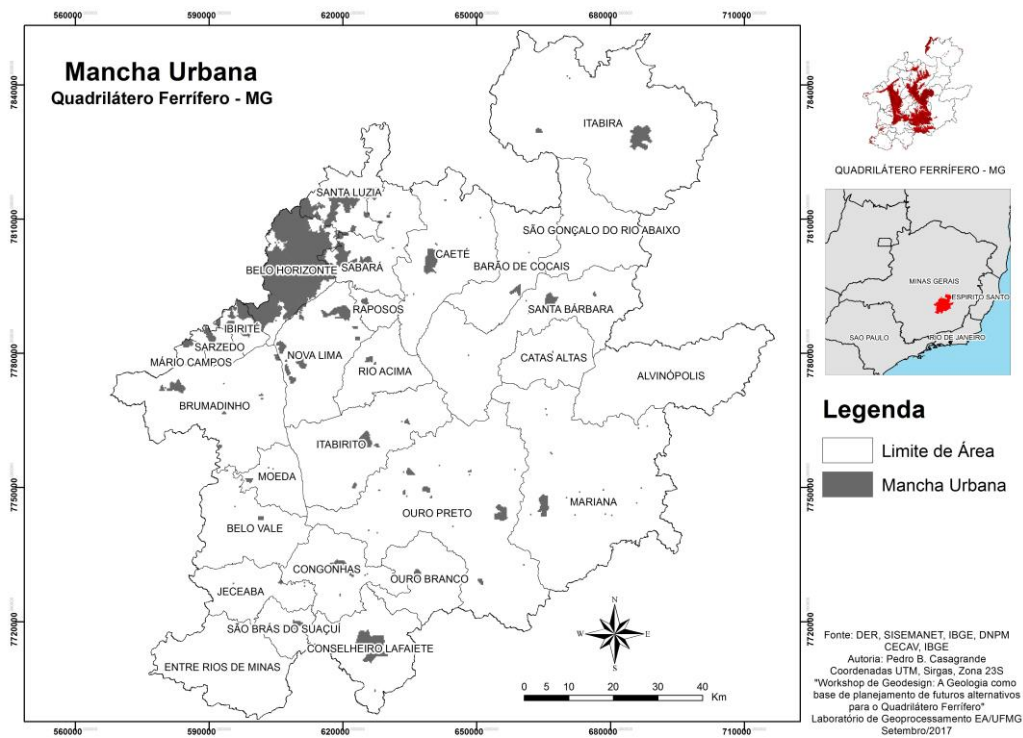


Figura 4 – Manchas Urbanas Consolidadas. Fonte: elaborado pelo autor com base em DER, SISEMANET, IBGE, DNPM, CECAV (2017).

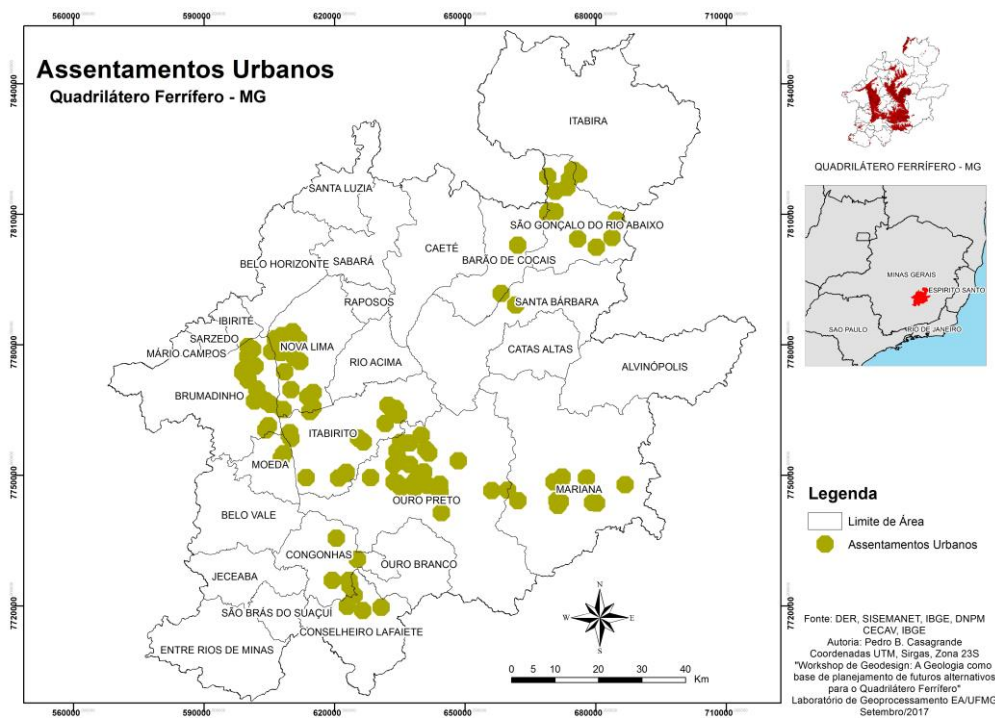


Figura 5 – Assentamentos urbanos consolidados. Fonte: elaborado pelo autor com base em DER, SISEMANET, IBGE, DNPM, CECAV (2017).

O Modelo de Processo elaborado é a transformação desses dados em superfície de distribuição das ocorrências. No caso do Potencial de Uso e do IH, ele corresponde ao Modelo de Representação. Para as Áreas Urbanas Consolidadas foram atribuídas notas altas onde já há urbanização e notas baixas onde elas ainda não existem. A distribuição e o processo dos assentamentos urbanos consolidados foram trabalhados segundo seus agrupamentos, a partir da densidade de Kernel com 4 km de raio, pressupondo seu crescimento e a possibilidade de se adentrar em alguma área com risco.

Assim, a obtenção do Modelo de Avaliação (Mapa Síntese) (Figura 6) foi resultado de uma Análise Combinatória desses dados.

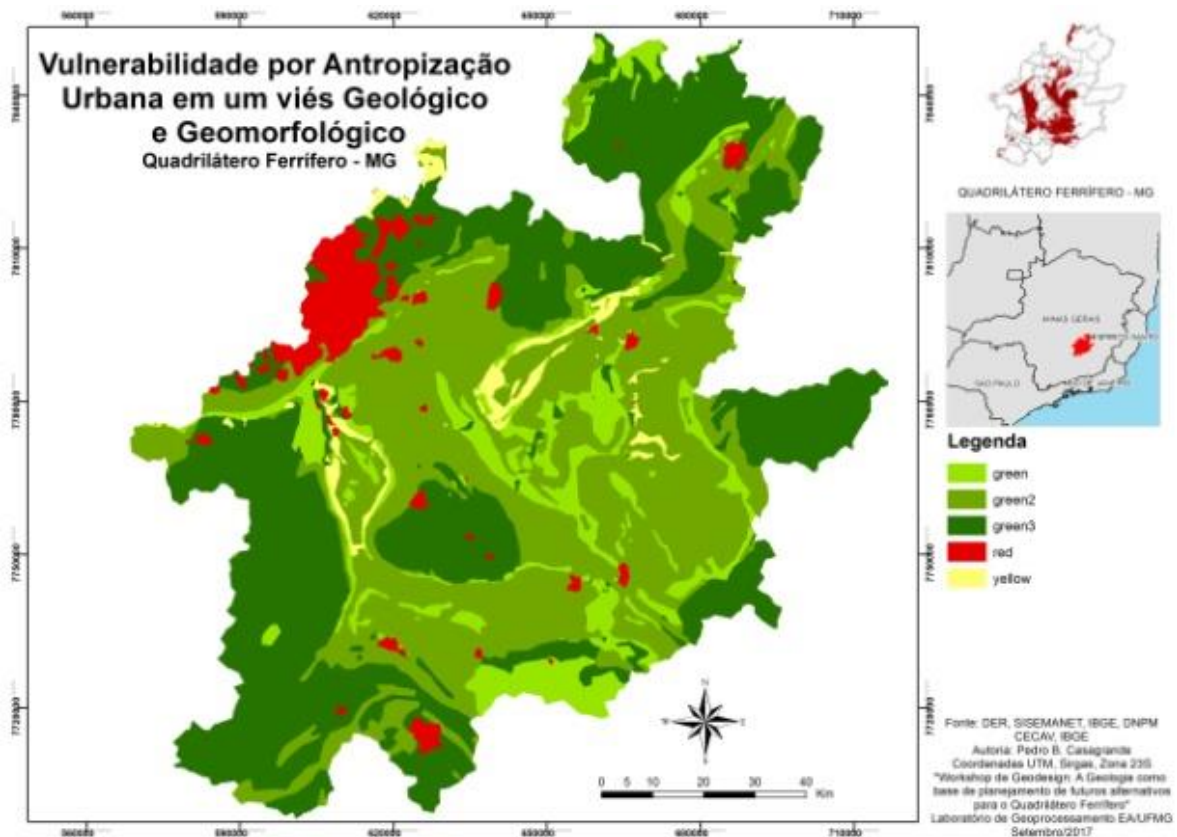


Figura 6 – Modelo de Avaliação de Vulnerabilidade por Antropização Urbana em um viés Geológico e Geomorfológico. Fonte: elaborado pelo autor com base em DER, SISEMANET, IBGE, DNPM, CECAV (2017).

### 3. CONCLUSÕES

Hoje em dia, é amplamente defendido que as decisões devem ser tomadas por equipes multidisciplinares e com o envolvimento de todos os setores da sociedade, diretriz presente na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, reafirmada, para a escala urbana, no Estatuto da Cidade, de 2001. Isso já ocorre em certo nível dentro do Poder Público, mas as atuações do geólogo ainda não estão tão inseridas nesses processos de discussão coletiva.

A Geologia é a base da sociedade, uma vez que praticamente tudo que é construído pelo homem está alocado nos continentes e estes se sustentam pelas rochas, sendo tal ciência o pilar para a sustentação das atividades antrópicas. Consequentemente, o geólogo tem espaço para participar das tomadas de decisões coletivas, sendo ele o profissional que mais entende das dinâmicas endógenas e exógenas do planeta. Sua profissão abrange, assim, muito mais do que é feito por ele corriqueiramente (mineração e mapeamento geológico são as principais atribuições do profissional que está no mercado).

Especificamente sobre a área de estudo do presente trabalho, há que se perceber o quão importante o geólogo é para os estudos da região, e que ele deve ser um dos principais agentes de planejamento para o Quadrilátero Ferrífero, já que praticamente todos os aspectos desse território têm fortes ligações com as questões geológicas. A Geologia condiciona fortemente a paisagem e seus valores a serem preservados, as riquezas ambientais e econômicas, as expansões de antropização por explorações minerais e por expressivo crescimento urbano e a essência do *genius loci* do lugar, que é a paisagem mineira.

Portanto a representatividade do geólogo para a elaboração de projetos de cocriação e para a tomada de decisão deve ser respeitada e levada em consideração. Por conseguinte, as discussões aqui apresentadas podem ter continuidade por profissionais envolvidos em práticas de transformação territorial e pelo Poder Público, visando resolver questões presentes em territórios com conflitos de interesses.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela de pesquisa, e ao CNPq pelo apoio através do projeto “Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG”, Processo 401066/2016-9, Edital Universal 01/2016.

## REFERÊNCIAS

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (CECAV). Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>>. Acesso em: 1º set. 2017.

CONTI, Alfio. O espaço perimetropolitano de Belo Horizonte: uma análise exploratória. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, PUCMINAS, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=189620](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=189620)>. Acesso em: 1º set. 2017.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES E ESTRADAS DE RODAGEM DE MINAS GERAIS (DER). Website. Disponível em: <<http://www.der.mg.gov.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). Website. Disponível em: <<http://sigmine.dnmp.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

DORR, John Van N. Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Geological Survey Professional Paper 641-A, 2. ed., USGS/DNPM, 1969. Disponível em: <<https://pubs.usgs.gov/pp/0641a/report.pdf>>. Acesso em: 1º set. 2017.

ETCHEBEHERE, Mario Lincoln et al. Aplicação do Índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. Revista do Instituto de Geociências da USP – Séries Científica, v. 4, n. 2, p. 43-56, out. 2004. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27398/29170>>. Acesso em: 1º set. 2017.

HACK, John T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal of Research of the United States Geological Survey, v.1, n.4, p.421-429, 1973. Disponível em: <<https://pubs.er.usgs.gov/publication/70161653>>. Acesso em: 1º set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Website. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

MACHADO, Maria Marcia Magela. Construindo a Imagem Geológica do Quadrilátero Ferrífero: conceitos e Representações. 256 f. Tese (Doutorado em Geologia). Programa de Pós-graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-7TRFZC>>. Acesso em: 1º set. 2017.

PARAIZO, Paulo Lopes Brandão. A construção do conhecimento nas ciências geológicas: contribuições do pensamento de Gaston Bachelard. 120 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Filosofia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2004.

PARIZZI, Maria Giovana et al. Mapa de Unidades Geotécnicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: Programa Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH: Relatório de Geoprocessamento. Belo Horizonte: RMBH. 2010.



RUCHKYS, Úrsula de Azevedo. A. Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: Potencial para a Criação de um Geoparque da UNESCO. 233 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-76LHEJ>>. Acesso em: 1º set. 2017.

SCLIAR, C. Geologia da Serra da Piedade. In: Horta, R. D. (Org.). Serra da Piedade. Belo Horizonte: CEMIG, 1992.

SILVA, Fabiano Reis. A Paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial Para o Uso Turístico da sua Geologia e Geomorfologia. 144 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-79DNDW/disserta\\_\\_o\\_fabiano\\_reis\\_silva.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-79DNDW/disserta__o_fabiano_reis_silva.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 1º set. 2017.

SISEMANET. Website. Disponível em: <<http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/portal.do>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

SOUZA, Maria do Rosário Guimarães de. Da paciência à resistência: conflitos entre atores sociais, espaço urbano e espaço de mineração. São Paulo: Aderaldo & Rothschild, 2007.

STEINITZ, Carl. A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design. Redlands: ESRI Press, 2012.

TONUCCI FILHO, João Bosco Moura. Dois momentos do planejamento metropolitano em Belo Horizonte: um estudo das experiências do PAMBEL e do PDDI-RMBH. 236 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../dissertacao\\_planejamento\\_RMBH\\_jtonucci.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../dissertacao_planejamento_RMBH_jtonucci.pdf)>. Acesso em: 1º set. 2017.