

Tatiane Araújo Costa

CONFLITOS DE USO DO SOLO NA
REGIÃO DA SERRA DO GANDARELA
– MG

XVI Curso de Especialização em Geoprocessamento
2014



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartografia@igc.ufmg.br

TATIANE ARAÚJO COSTA

CONFLITOS DE USO DO SOLO NA REGIÃO DA SERRA DO
GANDARELA – MG

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Geoprocessamento do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito a obtenção do título de especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Prof. Marcos Antônio Timbó Elmiro

Belo Horizonte

2014

C837c
2014

Costa, Tatiane Araújo.

Conflitos de uso do solo na região da Serra do Gandarela – MG
[manuscrito] / Tatiane Araújo Costa. – 2014.
42 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Marcos Antônio Timbó Elmiro.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Cartografia, 2014.

Bibliografia: f. 39-42.

1. Solo – Uso. 2. Minas e recursos minerais. 3. Gandarela, Serra do
(MG). 4. Quadrilátero Ferrífero (MG). I. Elmiro, Marcos Antônio Timbó.
II. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de
Cartografia. III. Título.

CDU: 631.4(815.1)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre ter estado ao meu lado dando-me capacidade, força, ânimo e inteligência para que pudesse prosseguir na minha jornada.

Agradeço também a minha família que sempre esteve junto de mim, me apoiando e incentivando.

Também agradeço todos os professores pela atenção, ajuda, orientação e pelo seu trabalho desenvolvido com os alunos.

Por último agradeço meus colegas de curso pelas ajudas, orientações e apoio dado.

*Tudo posso naquele que me fortalece.
(Filipenses, 4:13)*

RESUMO

O presente trabalho tem como área de estudo a Serra do Gandarela e seu entorno cujo objetivo é mapear as áreas de interesse ambiental e de interesse mineral dentro da área de estudo a fim de identificar e mapear as áreas de conflitos entre ambos os interesses buscando discutir a implantação da mineração na Serra do Gandarela apontado e analisando os bônus e ônus dessa atividade na região e entornos para a população e para o meio, destacando a importância da criação do Parque Nacional. Esse estudo é relevante uma vez que a referida área consiste em uma síntese do Quadrilátero Ferrífero, porém a Serra do Gandarela ainda está preservada, desse modo pode-se melhor compreender o Quadrilátero através de pesquisas e estudos na área, além de ser uma área com grande geodiversidade e biodiversidade e detentora de águas de classe 1 e classe especial. Como resultado deste trabalho foi gerado o mapa de interesse ambiental e mineral e o mapa de conflito entre esses interesses, os quais evidenciaram um interesse total na área em estudo por parte da mineração, uma vez que toda a área apresenta aproveitamento mineral, seja este comprovado, seja o potencial deste aproveitamento ou áreas que tenha indicativos desse aproveitamento, dessa forma o conflito é determinado pelos interesses ambientais. Logo se conclui que pela caracterização da área e dos recursos que a mesma oferece para a sociedade não é indicado um projeto de mineração no local.

Palavras-chave: Serra do Gandarela, conflito, mineração, ambiente, interesse, análise multicritério.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 HISTÓRICO, SITUAÇÃO ATUAL DA MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS E A ECONOMIA DO FERRO.....	8
2.1.1 O HISTÓRICO	8
2.1.2 SITUAÇÃO ATUAL DA MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS E A ECONOMIA DO FERRO.....	9
2.2 QUADRILÁTERO FERRÍFERO: CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA SOCIOAMBIENTAL.....	12
2.2.1 GEOLOGIA.....	12
2.2.2 GEOMORFOLOGIA.....	15
2.2.3 SOLOS.....	15
2.2.4 CLIMA.....	15
2.2.5 VEGETAÇÃO	16
2.2.6 HIDROGRAFIA	16
2.3 IMPORTÂNCIA SOCIOAMBIENTAL.....	16
2.4 O PRODUTO DA MINERAÇÃO	17
2.5 APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL E O MÉTODO DE ANÁLISE DE MULTICRITÉRIO	19
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20

4. METODOLOGIA	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da produção de alguns minerais em MG	10
Figura 2 - Produto Interno.....	11
Figura 3 - Mapa regional do Cráton são Francisco com a localização do Quadrilátero Ferrífero (QF).....	13
Figura 4 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, MG.....	14
Figura 5 - Mapa de localização da área em estudo.....	21
Figura 6 - Mapa geológico do entorno da Serra do Gandarela – MG.....	22
Figura 7 - Mapa da cobertura vegetal e usos da terra no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	23
Figura 8 - Mapa da hidrografia do entorno da Serra do Gandarela – MG.....	24
Figura 9 - Mapa de declividade do entorno da Serra do Gandarela – MG.....	25
Figura 10 - Mapa pedológico do entorno da Serra do Gandarela – MG.....	26
Figura 11 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do projeto.....	30
Figura 12 - Mapa das futuras áreas de mineração no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	31
Figura 13 - Mapa de potencial a exploração de recursos minerais no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	32
Figura 14 - Mapa de localização de cavernas na área de estudo.....	33
Figura 15 - Mapa da qualidade ambiental em áreas de mineração no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	34

Figura 16 - Mapa de interesse mineral no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	35
Figura 17 - Mapa de interesse ambiental no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	35
Figura 18 - Mapa de conflito do uso do solo em função da mineração no entorno da Serra do Gandarela – MG.....	36

1. INTRODUÇÃO

Em tempos de desenvolvimento sustentável, Rio +20, o uso racional do meio ambiente passou a ser a expressão de ordem. E muitas atividades econômicas, como a mineração passaram a ser vilãs do meio ambiente, mas para a economia é fonte de lucros.

A mineração, desde seus primórdios, provoca impacto ao ambiente e a sociedade, seja este positivo, por meio da geração de lucros para a economia, ou negativo, através do comprometimento da biodiversidade da fauna e da flora. No entanto, é nos dias atuais que esses impactos têm ganhado enfoque, principalmente os negativos, uma vez que muitos deles não podem ser recuperados.

Assim, muito se discute antes da implantação da mineração em uma nova área, pois se devem levar em consideração os impactos positivos e negativos que o empreendimento irá causar na área e nos arredores tanto para o ambiente quanto para a população.

Portanto, é dessa questão que nasce o presente projeto cujo objetivo geral é mapear as áreas de interesse ambiental, seja para preservação ou para conservação, e também mapear as áreas de interesse mineral. A partir do mapeamento dessas áreas, identificar e mapear as áreas de conflitos entre os interesses ambientais e econômicos, buscando discutir a implantação da mineração na Serra do Gandarela apontado e analisando os bônus e ônus dessa atividade na região e entornos para a população e para o meio. Pretende-se também destacar a importância da criação do Parque Nacional. Para que tal objetivo seja alcançado tem-se como objetivos específicos:

- Identificar as variáveis e os atributos relevantes ambientalmente para conservação ou preservação;
- Mapear as áreas de interesse ambiental;
- Mapear as áreas de interesse mineral;
- Mapear as áreas de conflito de uso entre os interesses ambiental e mineral;
- Destacar a importância da criação do Parque Nacional para a região e sua população.

A relevância desse estudo se justifica pelo fato da Serra do Gandarela estar localizada na Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA SUL RMBH), por ser um reservatório de água rico em qualidade e quantidade que

contribui para as bacias do Rio das Velhas, Rio São Francisco, Rio Piracicaba e Rio Doce, sendo este reservatório um importante manancial que abastece o Rio das Velhas, responsável pelo fornecimento de 60% da água consumida por Belo Horizonte e 45% da água consumida pela Região Metropolitana, além de atender municípios não inseridos na RMBH. A relevância deste estudo também se aplica pela alta biodiversidade da região, por ser área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado e devido à existência de raras cavernas de cangas, nas quais abrigam inúmeras espécies raras, ainda não conhecida pela ciência, além de espécies endêmicas e em algumas dessas cavernas há vestígios de sítios arqueológicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para a elaboração do referido trabalho é importante conhecer e entender o histórico da mineração em Minas Gerais sua situação atual no Estado e a importância do minério de ferro para economia, também é fundamental conhecer e entender o Quadrilátero Ferrífero e sua importância socioambiental, bem como conhecer o resultado da mineração tanto para a economia quanto para a população e para o meio ambiente. Além disso, é importante entender a aplicação do geoprocessamento, em especial da análise de multicritérios nas análises ambientais.

2.1 HISTÓRICO, SITUAÇÃO ATUAL DA MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS E A ECONOMIA DO FERRO.

2.1.1 O HISTÓRICO

O processo de ocupação de Minas Gerais se confunde com a história da mineração no Estado, pois foi através desta que o Estado começou a ser ocupado, uma vez que a interiorização da população europeia no Brasil ocorreu a partir das buscas e descobertas de riquezas minerais, tais como o ouro, por exemplo. No ano de 1690 já havia na região central do Estado várias lavras de ouro aluvionar.

Uma parte considerável das riquezas minerais produzidas pelo Brasil durante o período colonial e imperial, em especial o ouro, eram provenientes do Estado de Minas Gerais especificamente da região hoje conhecida como Quadrilátero Ferrífero.

A produção do ouro em Minas representava $\frac{2}{3}$ do ouro extraído no país durante o período de 1700 a 1780. Devido a essa produção foram construídas estradas e núcleos

urbanos foram implantados nas proximidades das minas: Ouro Preto, Sabará, Congonhas, Tiradentes, São João Del-Rei, Diamantina, dentre outras.

Com a exploração do ouro em Minas Gerais apresentando boa produtividade nos anos de 1820 a 1830 formam-se seis empresas inglesas de mineração para explorar o ouro do Estado dentre as empresas está a St. John D'El Rey Mining Company, que posteriormente se transformou na Mina do Morro Velho tendo suas atividades encerradas nos fins do século XX, onde atualmente opera a Anglo Gold Ashanti.

Em meio ao desenvolvimento da mineração do ouro, foram encontrados depósitos de minério de ferro, propiciando o surgimento da indústria de transformação do ferro em Minas Gerais. Nesse contexto tem-se a criação de várias indústrias siderúrgicas no Estado, dentre elas a Companhia Siderúrgica Mineira em 1920, que posteriormente transformou-se na Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira e a Companhia Vale do Rio Doce no ano de 1942. Na década de 1960 houve abertura do capital estrangeiro no setor mineral assim surgiram às empresas MBR, Samitri, Ferteco, Alcoa, CBMM, Usiminas, dentre outras.

2.1.2 SITUAÇÃO ATUAL DA MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS E A ECONOMIA DO FERRO

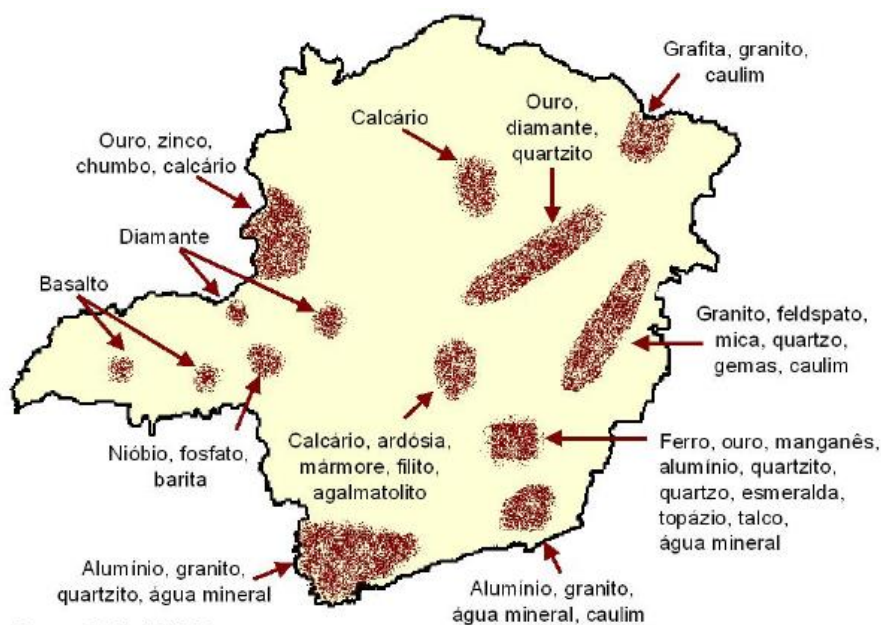
O Estado de Minas Gerais se destacou por muitos anos no setor minerário com a mineração do ouro e do diamante, mas atualmente o principal foco do Estado é a mineração de ferro, na qual 70% das reservas do referido minério estão no Estado apresentando teor médio de 46,9% de Fe.

A produção de minério no Brasil no ano de 2009, segundo dados do Sumário Mineral do DNPN (2010) foi cerca de 300 Mt (milhões de toneladas), apresentando receita bruta, no mesmo período, proveniente das exportações de US\$ 13,24 bilhões. Entretanto a receita de 2009 apresentou uma queda em relação aos anos anteriores (2007 - US\$ 13,88 bilhões, 2008 - US\$ 16,53 bilhões) devido à crise mundial que ocorreu no segundo semestre de 2008 e atingiu setor. No mesmo período segundo o Sumário Mineral do DNPN (2010) “a indústria extrativa de minério de ferro gerou 28,8 mil empregos (22,4 mil diretos e 6,4mil terceirizados)”. No entanto em 2011 a Produção Mineral Brasileira alcançou US\$ 53 bilhões, mostrando uma recuperação da recessão

ocasionada entre 2008-2009. Já no primeiro semestre do ano de 2014 segundo o Informe Mineral do DNPM (2014) “A atividade que mais gerou emprego na mineração foi a de extração de pedra, areia e argila (1.765), seguida pela extração de minério de ferro (1.147)”.

Em termos de contribuição no setor minerário Minas Gerais é responsável por 53% dos metais extraídos no Brasil, o Estado também é responsável por 29% da produção mineral segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Minas também possui 67% das minas classe A (produção superior a 3 milhões toneladas ao ano) bem como é no referido Estado que estão localizadas 40 das 100 maiores minas do país.

No que se refere à produção de minério de ferro, Minas Gerais extrai em média mais de 160 milhões de t/ano. Além do ferro o Estado também extrai: bauxita (2ª maior produção), manganês, ouro, paládio, prata, dolomito, filito, quartzo, calcário, chumbo, zinco, fosfato, feldspato, granito, zircônio, cobalto, enxofre, níquel (3ª maior produção), barita, manganês (maior reserva) e nióbio, conforme Figura 1. Mas, a maior produção é: de minério de ferro, ouro, zinco, fosfato e nióbio (maior produção no mundo – 92%).



Fonte: GMA/ALMG

Figura 1: Distribuição da produção de alguns minerais em MG
Fonte: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004355.pdf>.

No ano de 2012 o Brasil produziu 400,8 Mt de minério de ferro e o valor desta produção totalizou R\$55,4 bilhões, sendo que 69,2% dessa produção provém de Minas Gerais, na

qual as principais empresas produtoras foram: VALE S/A (MG), Samarco Mineração S/A (50,0% VALE) (MG), Companhia Siderúrgica Nacional-CSN (MG), Nacional de Minérios S/A-NAMISA (MG), Mineração Usiminas (MG). Ainda no ano de 2012 Minas Gerais foi responsável por 49,65% das exportações de minério de ferro e por 42,7% de ouro no Brasil, apresentando uma balança mineral de US\$16,745 bilhões.

No primeiro trimestre de 2013 o setor minerário sofreu no Estado uma retração de 15,5% em comparação ao quarto trimestre de 2012, segundo dados da Fundação João Pinheiro, mas no segundo trimestre de 2013 o setor cresceu 2,1%. A balança mineral de Minas Gerais em 2013 obteve um saldo de US\$17.947 bilhões.

De acordo com a Fundação João Pinheiro a economia de Minas Gerais sofreu um declínio a partir do terceiro trimestre de 2012, tendo seu ápice no quarto trimestre do mesmo ano, no entanto nos últimos quatro trimestres (a partir de segundo trimestre de 2013) nota-se a recuperação no nível de atividade, conforme apresentado na Figura 2.

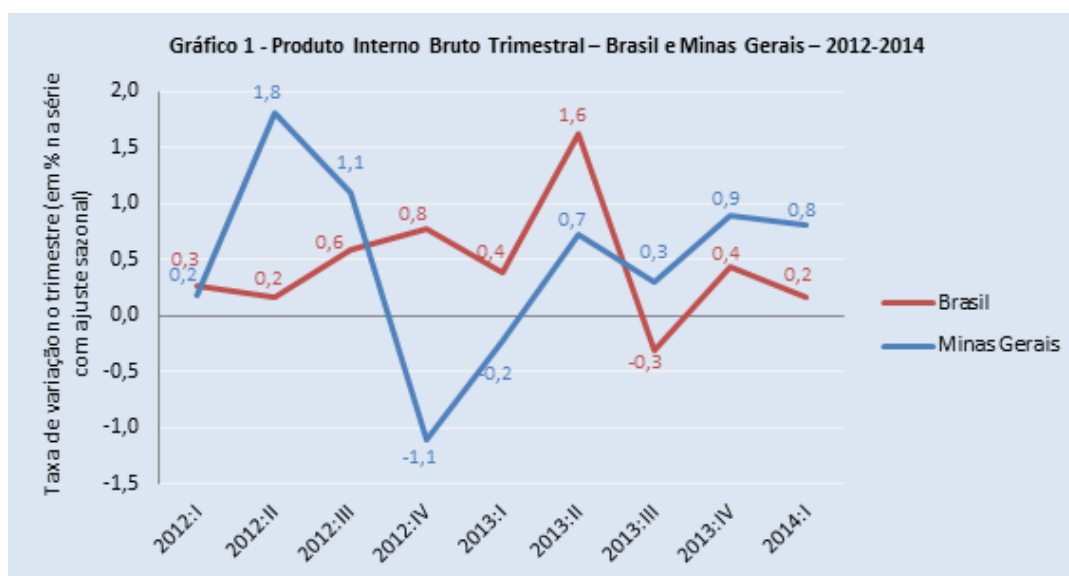


Figura 2: Produto Interno

Fonte: Fundação João Pinheiro (FJP) – Centro de Estatística e Informações (CEI). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Contas Nacionais Trimestrais.

O PIB do Estado no primeiro trimestre de 2014 cresceu 0,8% como indica o gráfico da Figura 2, esse índice corresponde ao mesmo valor do crescimento registrado nos 12 meses do ano de 2013. O crescimento de 0,8% na economia estadual registrado no primeiro trimestre de 2014 é quatro vezes maior que o crescimento da economia no país, que atingiu o índice de 0,2% no mesmo período, de acordo com o gráfico.

Esse crescimento da economia mineira se deve, segundo a Fundação João Pinheiro, a recomposição em volume da produção da indústria extrativa mineral que atingiu 2,9% no período em questão, em especial com o acréscimo na atividade de extração do minério de ferro e ao impulso ocorrido no volume dos serviços de transportes e armazenagem ocasionados principalmente pelo escoamento da produção mineral que registrou 3,4%.

Sobre a produção mineral no primeiro trimestre de 2014, especificamente o minério de ferro, tem-se dados de que a Vale produziu 71 milhões de toneladas (excluindo-se a produção atribuível à Samarco, que foi de 2,4 milhões de toneladas) no país. Em Minas Gerais a produção da Vale incluindo a Samarco foi cerca de 46,4 milhões de toneladas no mesmo período

2.2 QUADRILÁTERO FERRÍFERO: CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA SOCIOAMBIENTAL

2.2.1 GEOLOGIA

O quadrilátero ferrífero apresenta uma geologia complexa por isso tem sido objeto de estudo, seja no âmbito econômico em decorrência do potencial que a região apresenta, seja no âmbito acadêmico no contexto da geologia estratigráfica, estrutural, geoquímica e geocronológica.

Segundo Almeida (1977, apud LAMOUNIER, 2009, p.41) geotectonicamente o quadrilátero ferrífero está inserido junto à borda sul do cráton São Francisco, Figura 3.

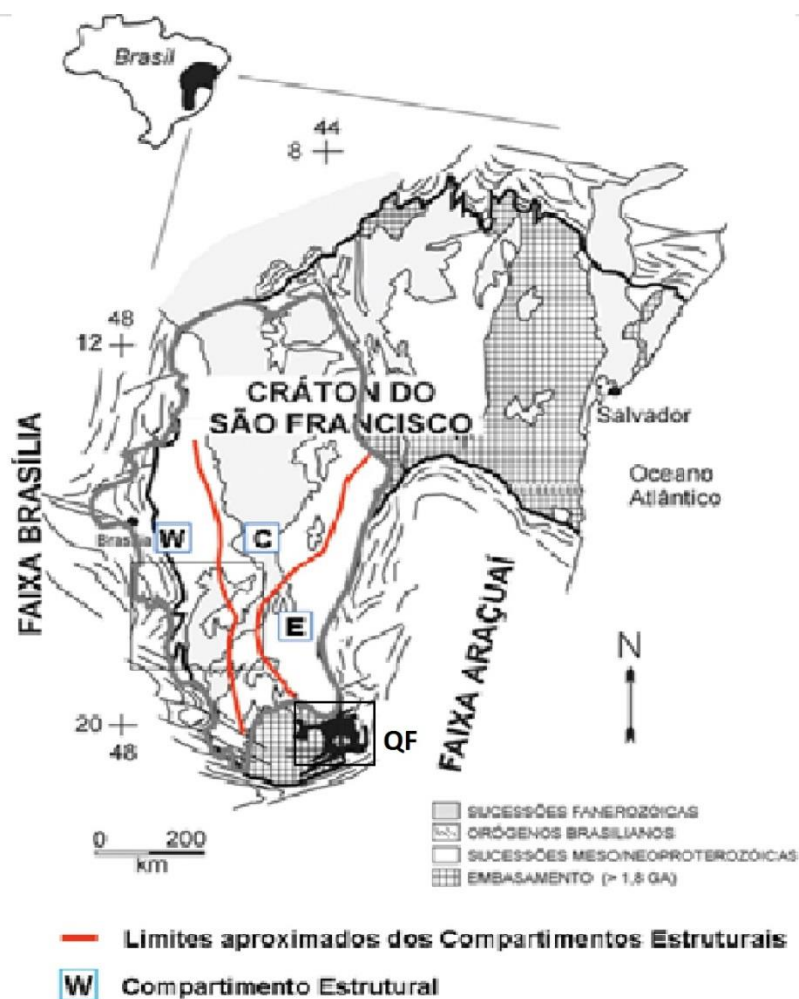


Figura 3: Mapa regional do Cráton do São Francisco com a localização do Quadrilátero Ferrífero (QF).
 Autor: ALKMIN e MARSHAK – 1998 (adaptado)
 Fonte: Precambrian Research

Simplificadamente a geologia do quadrilátero ferrífero pode ser descrita segundo a Figura 4 conforme ALKMIN e MARSHA, 1998.

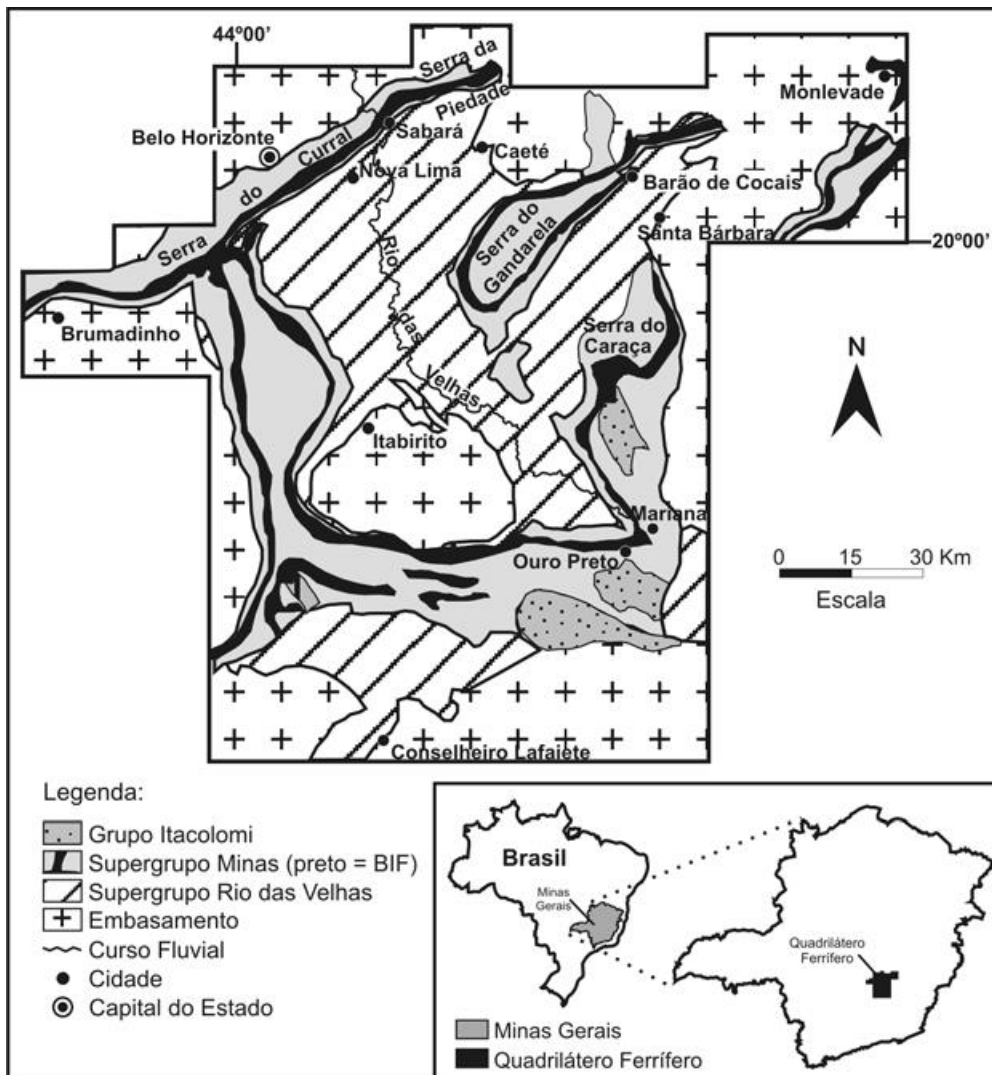


Figura 4: Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, MG.

Autor: ALKMIN e MARSHAK – 1998

Fonte: Precambrian Research

A geologia do Quadrilátero Ferrífero, segundo o CPRM (2008), é caracterizada por três grandes conjuntos de rochas:

- Complexos metamórficos de rochas cristalinas arqueanas (que recebem denominações locais: Complexo Bonfim, Complexo Belo Horizonte, dentre outros);
- Sequência do tipo greenstone belt arqueana, representada pelo Supergrupo Rio das Velhas;
- Sequências metassedimentares paleo e mesoproterozóicas, representadas pelo Supergrupo Minas, Grupo Sabará e Grupo Itacolomi.

2.2.2 GEOMORFOLOGIA

A região apresenta uma diversidade geomorfológica em termos estrutural e litológico conferindo a região um relevo composto por domínios marcantes e distintos, onde se localiza os domínios serranos ou linhas de crista apresentado as rochas mais resistentes à erosão e o domínio de relevos dissecados onde há as rochas mais vulneráveis aos processos erosivos.

As áreas mais elevadas do relevo da região são constituídas predominantemente pelas rochas do Grupo Itabira e Caraça enquanto nas áreas mais baixas há o predomínio das rochas do Grupo Piracicaba. Portanto em termos de altitudes o Supergrupo Rio das Velhas se encontra na faixa entre 700 a 1.400 metros enquanto o Supergrupo Minas está em altitudes acima de 1.000 metros no geral.

2.2.3 SOLOS

O processo de pedogênese (processo de formação do solo) é influenciado pelo clima (ativo), tempo (passivo), organismos (ativo), relevo (controlador) e pela litologia (base e sustentação). No entanto no quadrilátero é a litologia que tem o papel controlador na formação dos solos, uma vez que o material de origem irá ou não proporcionar o aprofundamento do manto de intemperismo. Logo há predomínio de solos pouco desenvolvidos inclusive onde há vegetação.

Em termos de classificação do solo, os principais a ocorrerem na região do quadrilátero ferrífero segundo o IBRAM (2004) são: Latossolos, Cambissolos, Argilosos e Neossolos Litólicos.

2.2.4 CLIMA

O relevo influencia fortemente no clima fazendo que haja diferenças entre as áreas mais elevadas e as áreas mais deprimidas. De acordo com a classificação de Köppen as áreas elevadas apresentam clima CWb e as áreas deprimidas apresentam clima CWa.

Entretanto em termos de classificação geral o clima da região é classificado como tropical semiúmido, com a ocorrência de chuvas no período entre outubro e março, tendo o mês de fevereiro como o mais úmido e o de agosto o mais seco. Com relação à

precipitação média as estações da ANEEL registraram cerca de 1300mm/ano segundo IBRAM (2004).

A temperatura média anual na região chega a 20,1°C nas áreas mais baixas e 18°C nas áreas de altitude elevada.

2.2.5 VEGETAÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero está inserido na transição entre os Biomas Cerrado e Mata Atlântica e sofre influência das condições litológicas, climáticas e edáficas, logo segundo Lamounier encontram-se áreas de Mata Atlântica com predomínio das Florestas Estacionais Semidecíduais, áreas de Cerrado Típico em menor extensão, áreas de Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestres.

2.2.6 HIDROGRAFIA

A região está inserida em duas grandes bacias, a Bacia do Rio São Francisco – representada pelo Rio das Velhas, e a Bacia do Rio Doce – representada pelo Rio Piracicaba. E apresenta inúmeras nascentes conferindo uma riqueza hídrica para região que conta com vários cursos d'água, e é aumentada pelo potencial hídrico subterrâneo, em que muitos dos mananciais subterrâneos existentes na região, segundo Lamounier, são os responsáveis pelo débito fluvial dos cursos d'água durante principalmente a estação seca.

E devida a essa riqueza hídrica, o abastecimento da população da região depende diretamente desses cursos d'água que em sua maioria apresentam condições de alta qualidade das águas, importante tanto para o abastecimento quanto para a manutenção de alguns cursos d'água em estado elevado de degradação.

2.3 IMPORTÂNCIA SOCIOAMBIENTAL

O Quadrilátero Ferrífero se destaca não só pela beleza única de suas paisagens cênicas, mas também por possui um valor científico e cultural muito grande para a sociedade, especialmente para a sociedade acadêmica, e um valor ambiental grandioso devido à quantidade e a qualidade dos mananciais existentes na região. Esse fato confere a região tanto um valor social, pois esses mananciais são importantes no auxílio na manutenção

da qualidade das águas de cursos d'água responsáveis pelo abastecimento da RMBH quanto um valor ambiental, uma vez que mantém a vida da flora e fauna que devido às características litológicas da região apresenta algumas espécies endêmicas, das quais muitas ainda são desconhecidas pela comunidade científica.

2.4 O PRODUTO DA MINERAÇÃO

A atividade minerária altera as paisagens naturais, na qual as escarpas, os picos dos montes tanto podem ser modificados quanto até mesmo destruídos em razão de alguma operação da mina. Uma vez alterada a topografia do local, a mesma pode não ser restaurada na maioria das vezes por motivos técnicos ou econômicos.

Entretanto essas paisagens formam ecossistemas naturais específicos para algumas espécies da fauna e flora e quando a jazida mineral entra em exaustão muitas das características geomorfológicas da área não pode ser recuperada, situação essa que pode influenciar de forma considerável na redução do uso do local por determinados organismos silvestres, podendo resultar no desaparecimento de espécies da flora.

Outros impactos gerados pela mineração são a erosão, a perda e deterioração do solo, deposição diferencial do material erodido e transportado.

Além dos impactos citados, quando a mina é a céu aberto o *topsoil* (camada superficial e orgânica do solo) é retirado, no entanto, devido ao seu valor ambiental ele é posteriormente recolocado durante as etapas de recuperação da área minerada. O problema da retirada do *topsoil* é o fato de que ele sustenta a vida no local e vários estudos científicos demonstram que a prática de estocagem do mesmo gera um efeito negativo na população microbiana nele presente, de modo a limitar a população microbiana importante para as transformações que ocorrem em solos saudáveis ambientalmente. (PALUMBO et al., 2004)

O principal efeito ambiental da mineração no restabelecimento da biota em *topsoil* quando o mesmo é recolocado está relacionado à disposição seguida da aragem do solo, uma vez que os mesmos são espalhados através da utilização de tratores e outros maquinários que causam a compactação do solo, dificultando a penetração das raízes das plantas e disponibilidade de água para as mesmas. (CASTRO et al., 2011).

Além do impacto a partir da retirada do topsoil, as atividades minerárias a céu aberto removem grande quantidade de material que acaba sendo recoberto e imobilizado pela vegetação e quando esse material fica exposto ao processo de intemperismo e a extração liberam quantidades significantes de particulados na atmosfera, comprometendo a qualidade do ar nas proximidades da mina. Fora os particulados provenientes da remoção de material há também a emissão de poluentes oriundos dos maquinários e dos veículos de transportes da mina.

Outro produto da mineração é a barragem de rejeitos que tem como finalidade a prevenção e minimização do assoreamento dos rios a jusante das áreas de mineração para atingir tal propósito o objetivo da barragem é reter os rejeitos e os efluentes, entretanto essa técnica oferece riscos e impactos ao meio como: desmatamento, poeira proveniente da praia de rejeitos, poluição da água (superficial e subterrânea) durante a operação e após o fechamento da mina, impacto visual e a estabilidade e segurança da barragem.

A mineração também afeta as propriedades físico-químicas das águas superficiais e subterrâneas assim como outras atividades como, por exemplo, a agricultura. Os impactos da mineração nos recursos hídricos decorrem da presença de particulados e insumos químicos oriundos das atividades de processamento mineral e das ações de limpeza e manutenção dos equipamentos. Esses impactos ocorrem através do transporte de partículas das áreas descampadas pelas águas pluviais, através do lançamento de rejeitos ou efluentes nos corpos d'água, deposição de resíduos sólidos não inertes que podem contaminar tanto as águas superficiais quanto às subterrâneas, além do rebaixamento do lençol, interferências em áreas de recarga e a captação indevida da água.

O produto da mineração para o meio ambiente não é positivo, entretanto para o socioeconômico o saldo é bem rentável, pois é uma atividade que gera lucros considerados e ainda há a geração de empregos quando se trata de uma nova mineração.

2.5 APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE AMBIENTAL E O MÉTODO DE ANÁLISE DE MULTICRITÉRIO

A necessidade de mapear fenômenos segundo sua distribuição geográfica sempre esteve presente na sociedade, e tal representação se dava através dos mapas em papel. Entretanto tal método era ineficaz para análises envolvendo cruzamento de dados, porém o desenvolvimento e o aprimoramento nas tecnologias voltadas para o setor computacional permitiu tal análise, surgindo assim o geoprocessamento.

Segundo Rodrigues (1993, apud Fundamentos p.2) “geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais, voltado para um objetivo específico”, cuja principal ferramenta do geoprocessamento é SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Para Bertrand (1972, citado por Christofoletti, 1999, p.42) o meio ambiente, pode ser definido como um “geossistema que resulta da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológico e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”. Assim a análise ambiental torna-se uma área de estudo das correlações entre esses elementos.

Logo, ao possibilitar o estudo integrado da realidade o geoprocessamento incrementa os estudos no âmbito da análise ambiental. Nesse sentido, conforme Xavier (2009, citado por Santos, 2010, p.14) “o uso de geoprocessamento na análise ambiental tem propiciado novas formas de relacionamento com os dados ambientais, pois os pesquisadores passam a ter novos meios de contato físico com suas informações sendo possível usar novas formas de coleta e análise”.

Xavier-da-Silva (1999b, citado por Moura, 2007, p.2901) esclarece que a pesquisa ambiental parte do pressuposto que “todo fenômeno é passível de ser localizado, tem sua extensão determinável, está em constante alteração e apresenta relacionamentos, não sendo registrável qualquer fenômeno totalmente isolado”.

Assim, para Moura (2007) “ao realizar uma análise espacial baseada na conjugação de uma coleção de variáveis, é importante ter claro que os resultados obtidos cabem em um contexto no tempo e no espaço, em uma situação específica”.

Conforme Moura (2007) “Análise de Multicritérios é um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis, amplamente aceito nas análises espaciais. Ela é também conhecida como Árvore de Decisão ou como Análise Hierárquica de Pesos”. Ainda de acordo com Moura (2007):

O procedimento consiste 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. A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas. (MOURA, 2007, p.2901).

O método análise de multicritério é um procedimento muito utilizado em geoprocessamento, pois segundo Moura (2007):

Tal método se baseia na lógica básica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; finalmente, possibilidade de validação e calibração do sistema, mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas. (MOURA, 2007, p.2900).

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente projeto tem como área de estudo a região do entorno da Serra do Gandarela localizada cerca de 40 quilômetros a sudoeste de Belo Horizonte. Inserida na APA SUL RMBH situando-se entre as Serras do Caraça e da Piedade abrangendo os municípios de Caeté, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Rio Acima, Raposos e Itabirito. O Gandarela forma um corredor natural com o Caraça, sendo a última área bem preservada da região. Figura 5.

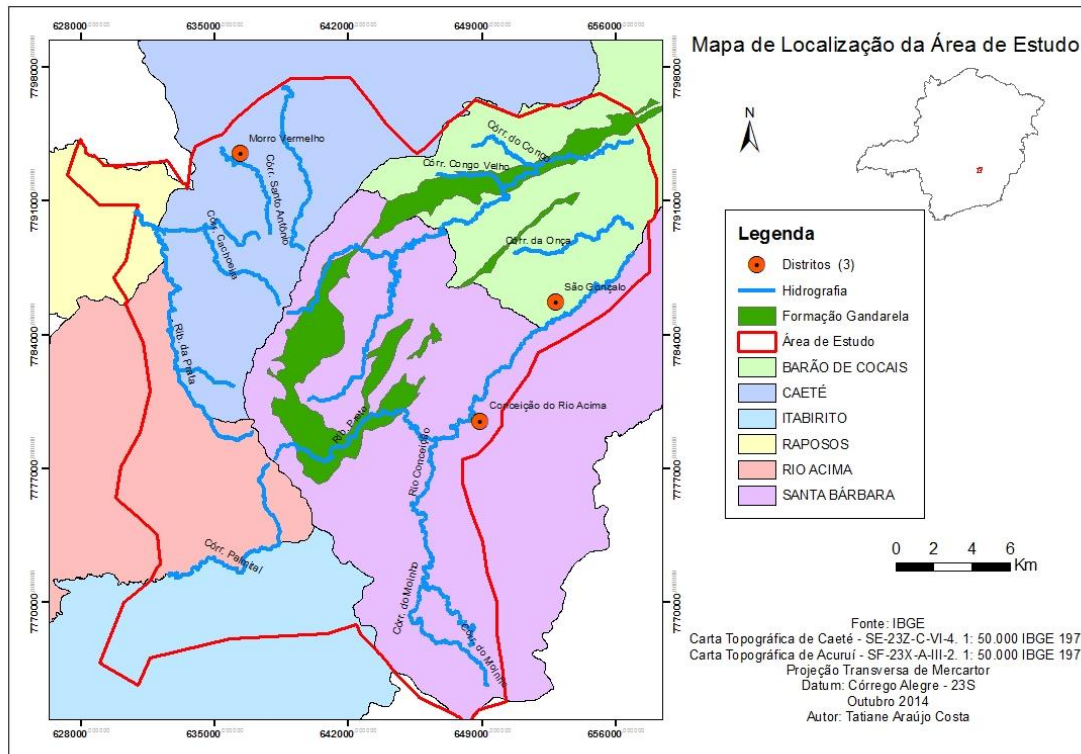


Figura 5: Mapa de localização da área em estudo

Segundo Salgado (2014) o Gandarela é uma síntese preservada do Quadrilátero Ferrífero, logo possui toda a diversidade geológica existente no Quadrilátero, e por isso assim como no Quadrilátero o relevo, os solos, a vegetação, as paisagens e a biodiversidade existente no Gandarela estão condicionadas a geologia. Figura 6.

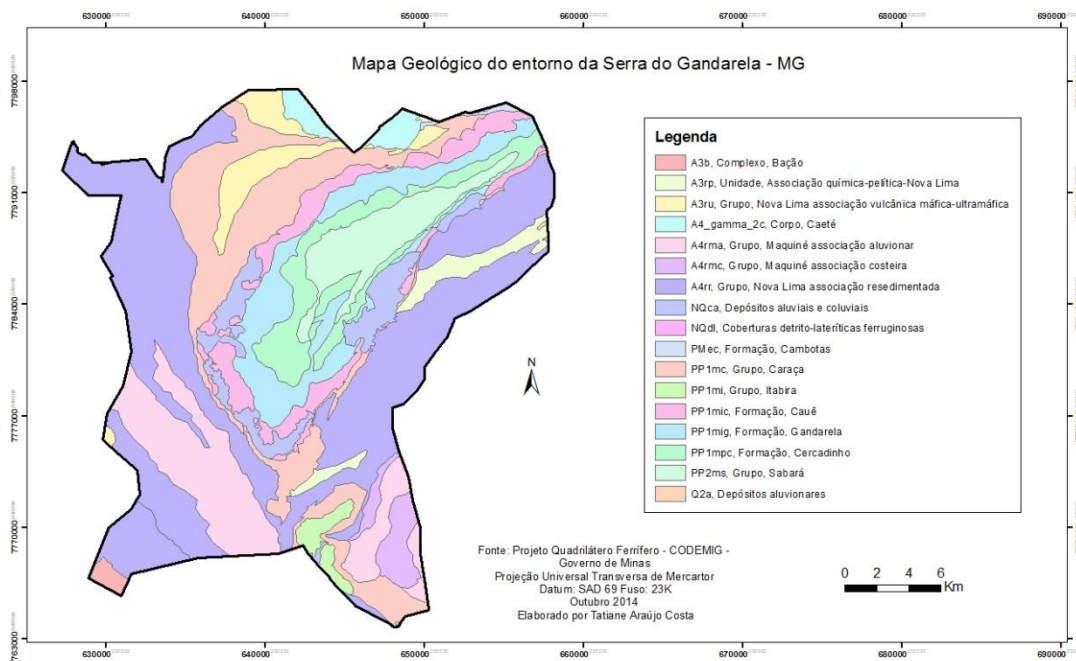


Figura 6: Mapa geológico do entorno da Serra do Gandarela - MG

Portanto, devido a esse fato é evidenciado no Gandarela a ocorrência de quatro biomas: o campo rupestre que ocorre onde há os quartzitos, os campos ferríferos que tem ocorrência na área de cangas e do minério de ferro, a mata atlântica e o cerrado. Figura 7.

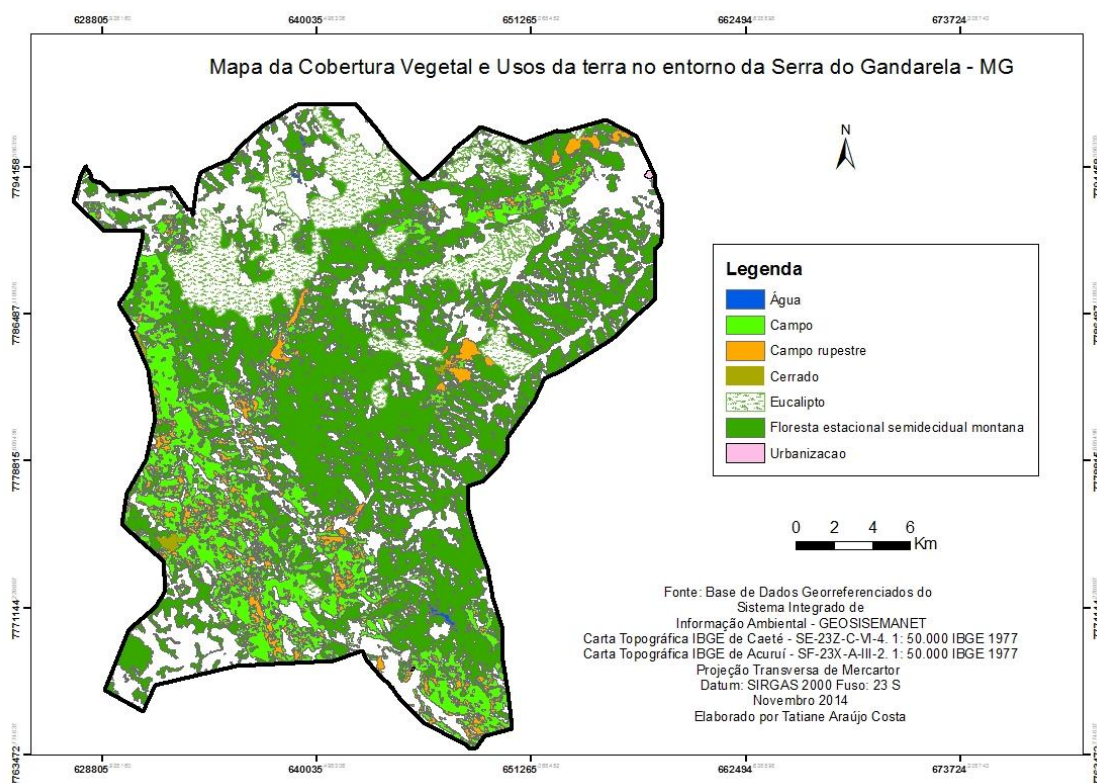


Figura 7: Mapa da cobertura vegetal e usos da terra no entorno da Serra do Gandarela - MG

A região do Gandarela possui uma rede hidrográfica extensa e em muitos dos seus cursos d'água a qualidade da mesma é excelente tanto para o consumo para o lazer e recreação, sendo que a Serra é um divisor de águas das Bacias do São Francisco e do Rio Doce (Figura 8). Ainda de acordo com Salgado (2014) o Ribeirão da Prata, importante curso d'água para o município de Raposos que o utiliza como atrativo para o turismo possui sua nascente na serra do Gandarela e o referido ribeirão apresenta em certas épocas do ano água de classe especial, isto é, água propícia ao consumo sem que haja tratamento e na maioria do ano classe 1, em que a água precisa de pouco tratamento, o que implicaria em menos gastos e conseqüentemente em menor preço para a população.

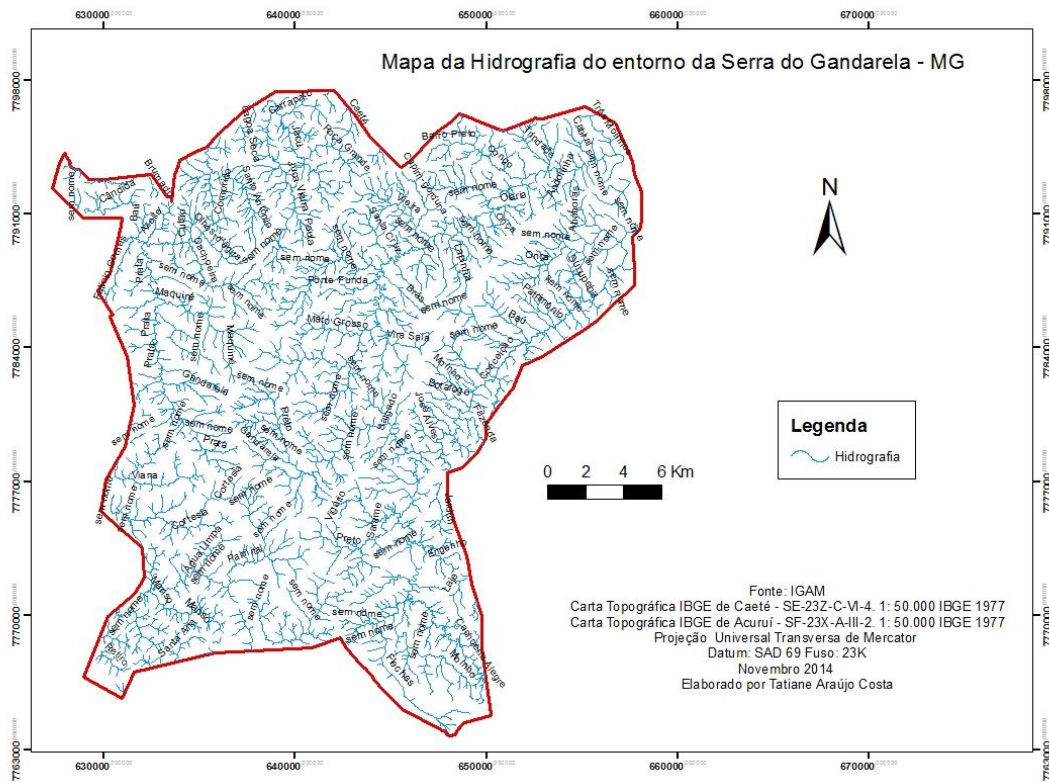


Figura 8: Mapa da hidrografia do entorno da Serra do Gandarela - MG

Quanto ao relevo a área em estudo está inserida, segundo Medina *et al.* (2005), em três unidades geomorfológicas em termos de compartimentos morfoestruturais: Depressão Suspensa do Sinclinal Gandarela, Patamares Escalonados do Jaguará e o Vale Anticlinal Conceição, e apresenta predominantemente um relevo fortemente ondulado, conforme Figura 9.

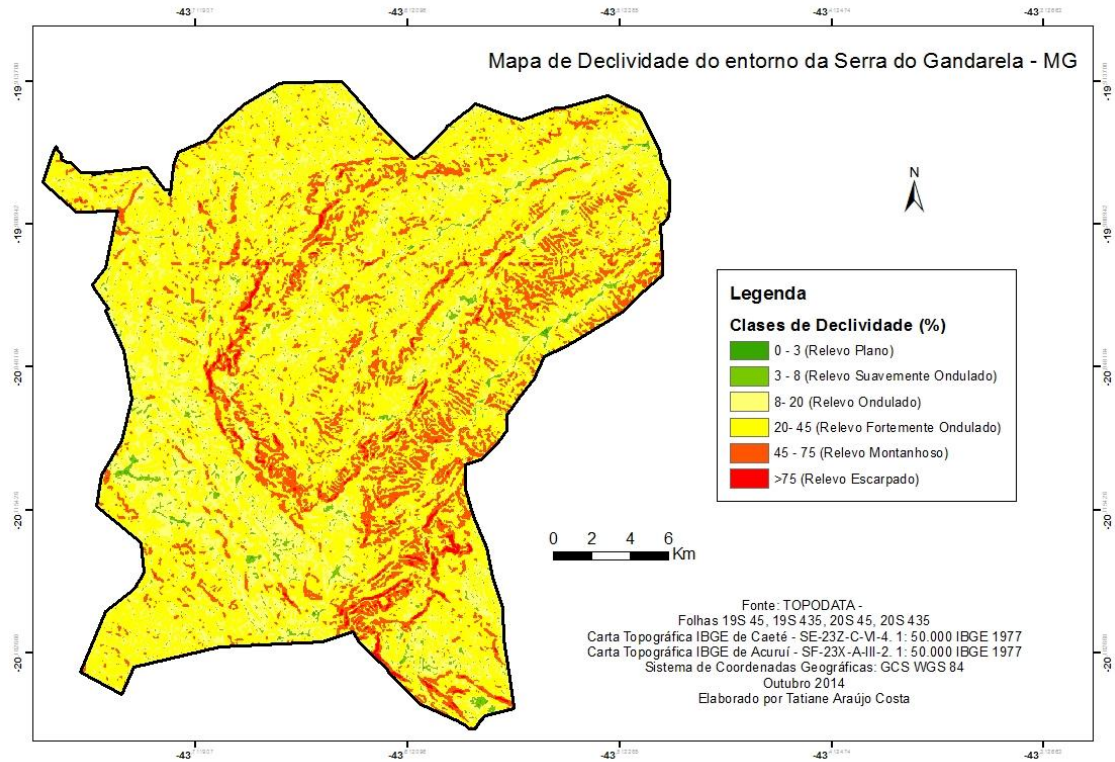


Figura 9: Mapa de declividade do entorno da Serra do Gandarela - MG

No que se refere à pedologia, a área em estudo possui predominantemente Cambissolos seguido de Neossolos Litólicos (antigos Litossolos). Há também na região Afloramentos Rochosos onde evidência a presença de cangas, uma camada superficial do solo que abriga uma vasta biodiversidade. Figura 10.

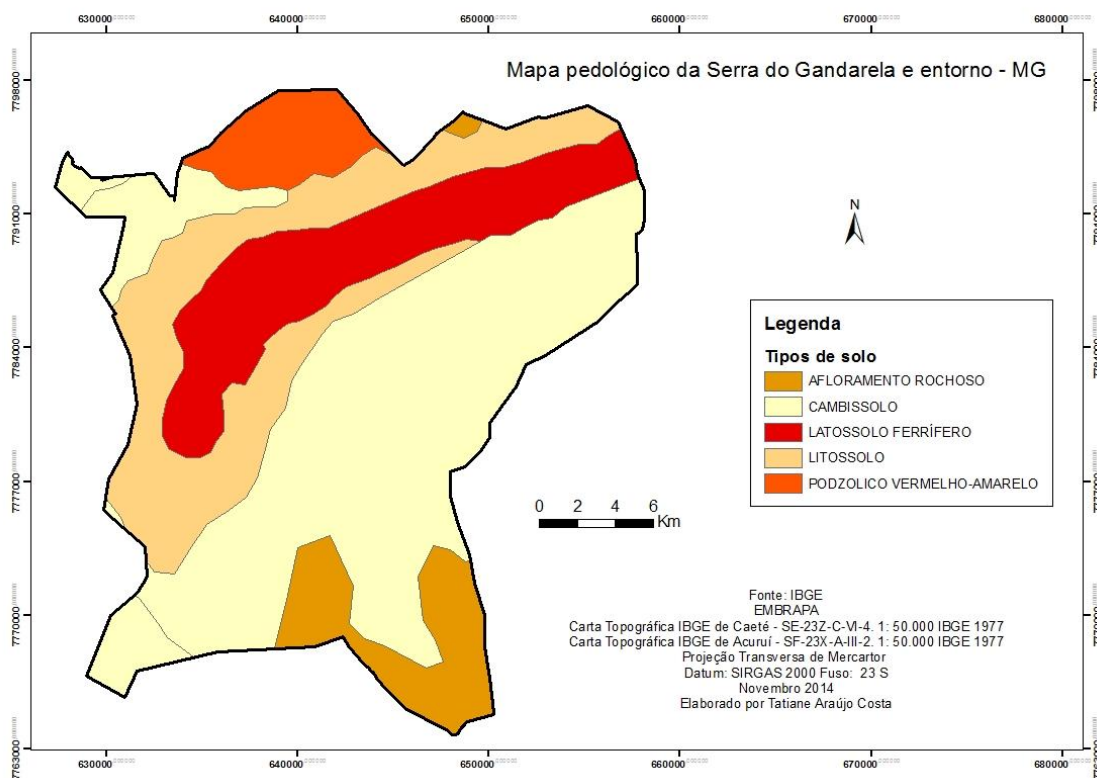


Figura 10: Mapa pedológico do entorno da Serra do Gandarela - MG

4. METODOLOGIA

A metodologia foi composta por estudo de caso, análise de multicritério para a elaboração dos mapas com a adoção da metodologia proposta por Crepani (2001) e pesquisa documental e bibliográfica, sendo que o conceito desses dois tipos de pesquisa está conforme Oliveira (2007, apud SÁ-SILVA, et al 2009, p.5), no qual pesquisa documental refere-se a documentos que não receberam tratamentos científicos, tais como relatórios, folhetos, cartas, revistas, reportagens de jornais dentre outros materiais de divulgação. Enquanto a pesquisa bibliográfica refere-se aos documentos de domínio científico, aceito pela comunidade científica, como periódicos, livros, dentre outros. Os dois tipos de fontes de pesquisa tratam-se de documentação indireta.

No que se refere à pesquisa documental foi utilizado depoimentos de estudiosos da região para conhecer seus aspectos físicos, e de moradores locais para conhecimento, entendimento e compreensão da cultura local e para saber como o problema afeta a população bem como qual é a posição desta diante do problema, esses depoimentos foram colhidos a partir de vídeos publicados em um banco audiovisual e a partir de trabalhos que fizeram visitas de campo e colheram tais depoimentos.

O estudo de caso se deu através da análise e do mapeamento das áreas de interesse socioambiental, econômico e de áreas críticas da Serra do Gandarela, sendo, portanto a Serra e os municípios nela inseridos a área de estudo.

O estudo de caso é uma abordagem qualitativa que segundo Tull (1976, p 323, apud BRESSAN, 2000) "refere-se a uma análise intensiva de uma situação particular", para Yin (1989, p. 23, apud BRESSAN, 2000) "o estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real". Ainda conforme Yin (1989):

A preferência pelo uso do Estudo de Caso deve ser dada quando do estudo de eventos contemporâneos, em situações onde os comportamentos relevantes não podem ser manipulados, mas onde é possível se fazer observações diretas e entrevistas sistemáticas, este método é adequado para responder às questões "como" e "porque". (Yin, 1989, apud BRESSAN, 2000):

Para BONOMA (1985, p. 207, apud BRESSAN, 2000) esse método é útil “quando um fenômeno é amplo e complexo”.

A análise de multicritérios norteou a elaboração de mapas de síntese de interesse ambiental e o mapa de conflito com o objetivo de auxiliar na compreensão do processo por este projeto estudado bem como compreender as proporções de tal processo.

Para o mapa de síntese de interesse ambiental foi utilizada a metodologia de Crepani (2001) para a atribuição das notas e pesos partindo do princípio que quanto mais vulnerável ambientalmente é um sistema maior será o interesse ambiental em termos de preservação e conservação desse ambiente, sendo que as notas atribuídas vão de 1 a 3 em ordem crescente de vulnerabilidade, na qual a nota 0 refere-se a classes não divulgadas na literatura consultada. Assim as variáveis com seus respectivos pesos e notas que foram utilizados estão descritas na Tabela 1:

Distribuição das notas e pesos segundo a metodologia de Crepani, 2001.		
Variáveis	Classes	Notas segundo Crepani (2001)
Geologia Peso (0,20)	Filito	2,5
	Gnaisse	1,3
	Rocha metapelítica	1,8
	Xisto	2,0
	Depósitos de areia, argila, silte	3,0
	Metaconglomerado	2,5
	Quartzito ferruginoso	1,8
	Granito	1,1
	Granito-gnaisse	1,3
	Laterita	3,0
	Serpentino	2,0
	Itabirito	1,0
	Dolomito	2,9
	Conglomerado	2,5
Declividade (%) Peso (0,30)	0-3	1,0
	3-8	1,5
	8-20	2,0
	20-45	2,5
	45-75	3,0
	>75	3,0
Solos Peso (0,25)	Latossolo ferrífero	1,0
	Podzólico Vermelho-Amarelo	2,0
	Cambissolo	2,5
	Afloramento rochoso	3,0
	Litossolo	3,0

Distribuição das notas e pesos segundo a metodologia de Crepani, 2001.		
Cobertura vegetal e uso do solo Peso (0,25)	Floresta estacional semidecidual Montana	1,6
	Campo	2,3
	Campo rupestre	2,7
	Cerrado	2,6
	Água	0
	Urbanização	0
	Eucalipto	1,3

Tabela 1: Distribuição das notas e pesos segundo a metodologia de Crepani, 2001.
Fonte: Crepani, 2001.

O mapa de interesse mineral da área em estudo foi elaborado a partir da aquisição da base das áreas de relevante interesse mineral disponível no site da CPRM/GEOBANK e tendo como fonte de dados o Ministério de Minas e Energia (MME) cuja data dos dados é o ano de 2008.

O mapa de conflito foi gerado a partir dos mapas sínteses resultante dos processos descritos acima.

As fases que compreenderam o desenvolvimento deste trabalho estão descrita na Figura 11:

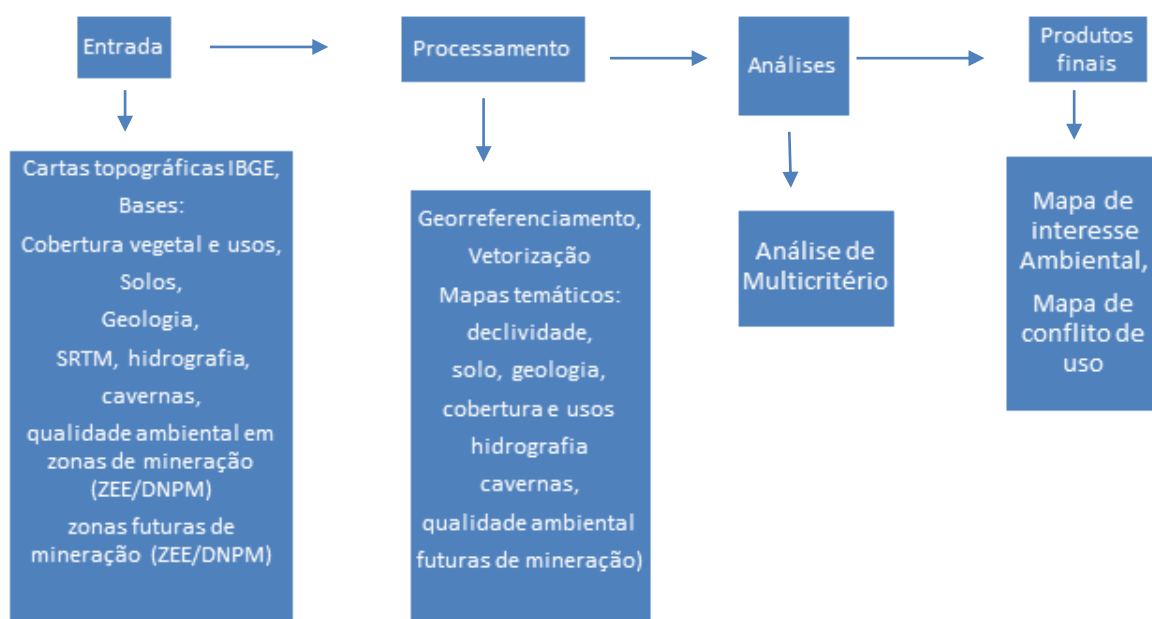


Figura 11: Fluxograma das etapas de desenvolvimento do projeto

Neste projeto para a elaboração dos mapas foi utilizado o software ArcGis versão 10.2.2 sendo usada à ferramenta de georreferenciamento para georreferenciar as cartas topográficas: Carta Topográfica IBGE de Caeté - SE-23Z-C-VI-4. 1: 50.000 IBGE 1977 Carta Topográfica IBGE de Acuruí - SF-23X-A-III-2. 1: 50.000 IBGE 1977 com a finalidade de delimitar a área de estudo, foi usada também para delimitar a área de estudo a ferramenta editor, a ferramenta seleção por atributos e por localização para que a área delimitada contivesse as variáveis, em algumas situações foi necessário aplicar o comando recortar da ferramenta extrair contido na ferramenta de análise do ArcToolBox. E para a geração do mapa de interesse ambiental foi utilizada ferramenta de conversão de feição para raster, uma vez que o comando álgebra de mapas, necessário para elaboração do referido mapa, processa apenas arquivos raster. Ainda para a elaboração do referido mapa foi aplicado o processo de reclassificação do raster para atribuir as notas conforme descrito na Tabela 1, em seguida foi empregada à álgebra de mapas atribuindo os pesos também conforme a Tabela 1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do que foi exposto percebe-se que a área em estudo apresenta um grande valor para fins científicos, ambientais, recreativos e até mesmo um valor estratégico, pois havendo nesta área cursos d'água de classe especial, em tempos de crise hídrica esta área pode estrategicamente abastecer a população do entorno. No entanto a referida área não possui apenas estes valores possui também um valor mineral devido a sua geologia que favorece a exploração mineral diversa, conforme Figura 12.

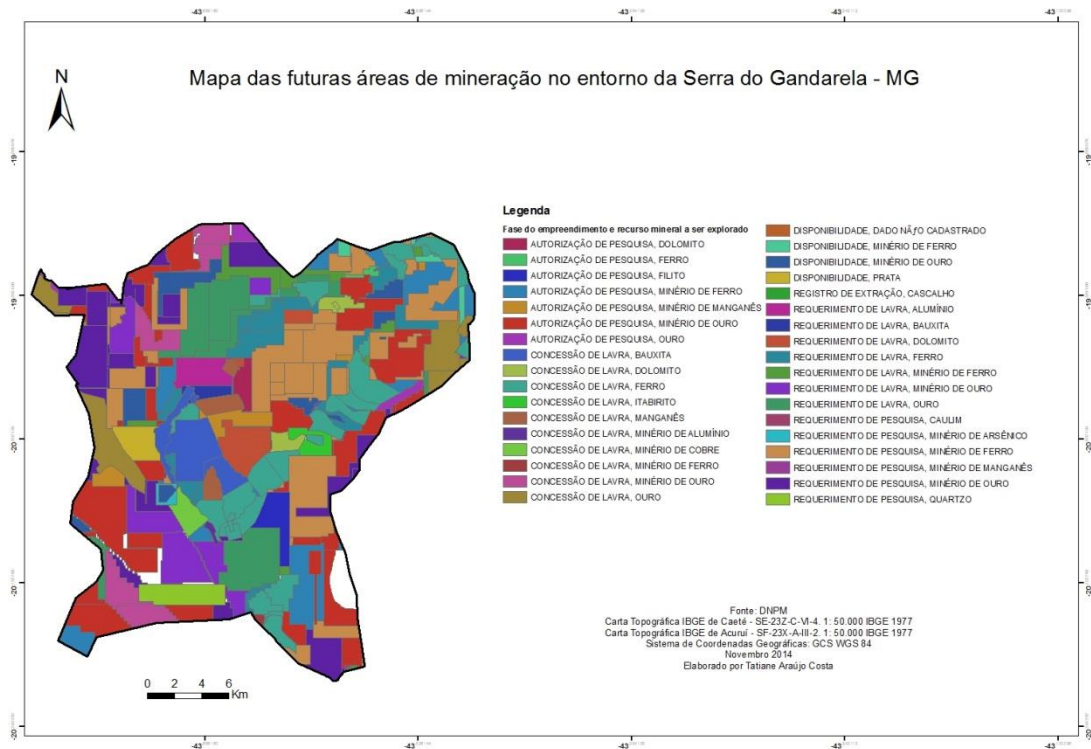


Figura 12: Mapa das futuras áreas de mineração no entorno da Serra do Gandarela - MG

Como ilustrado na Figura 12 a região possui diversos empreendimentos do setor minerário em fase de concessão de lavra, de autorização de pesquisa, de requerimento de pesquisa ou de lavra de diversos minerais que se pretende instalar e explorar a Serra do Gandarela e seu entorno. Esse interesse em explorar a área conforme anteriormente mencionado advém da geologia que faz com que grande parte da área em estudo seja favorável a exploração dos recursos minerais, conforme Figura 13.

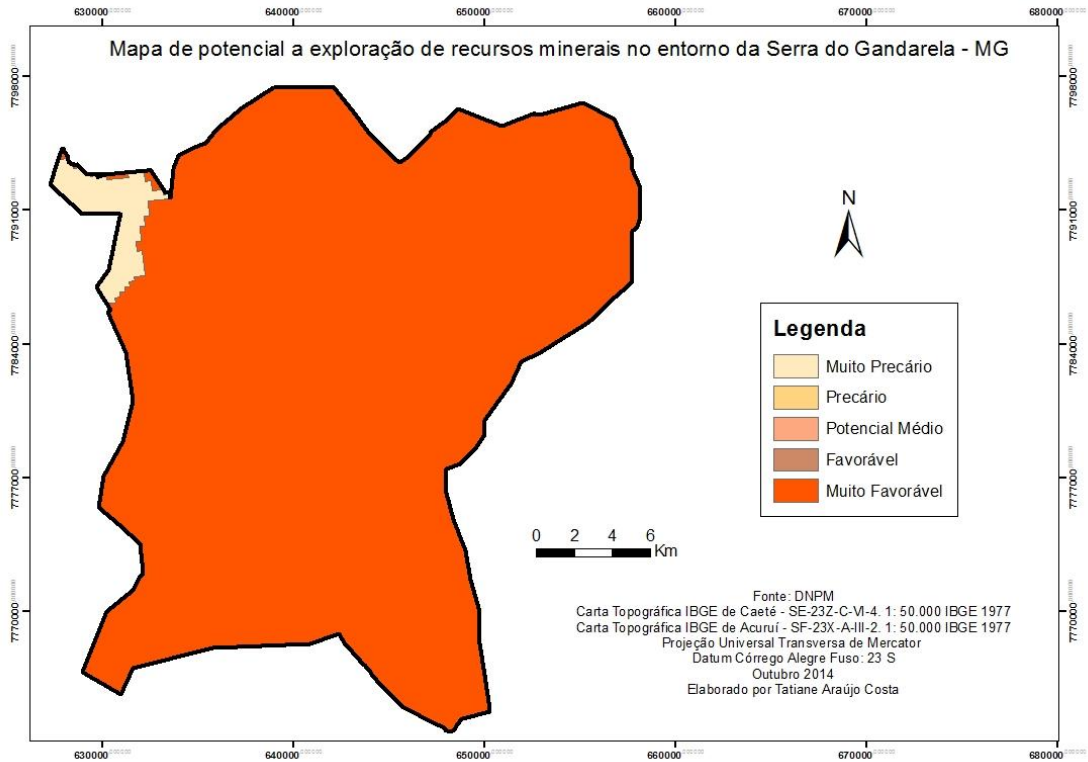


Figura 13: Mapa de potencial a exploração de recursos minerais no entorno da Serra do Gandarela - MG

A questão é que na área em estudo é que além de uma rede hidrográfica extensa com trechos tendo qualidade ótima da água, geologia que confere uma paisagem bonita e rica em geodiversidade e biodiversidade, há ainda na área em estudo um patrimônio arqueológico de importância e valor científico/acadêmico. Figura 14.

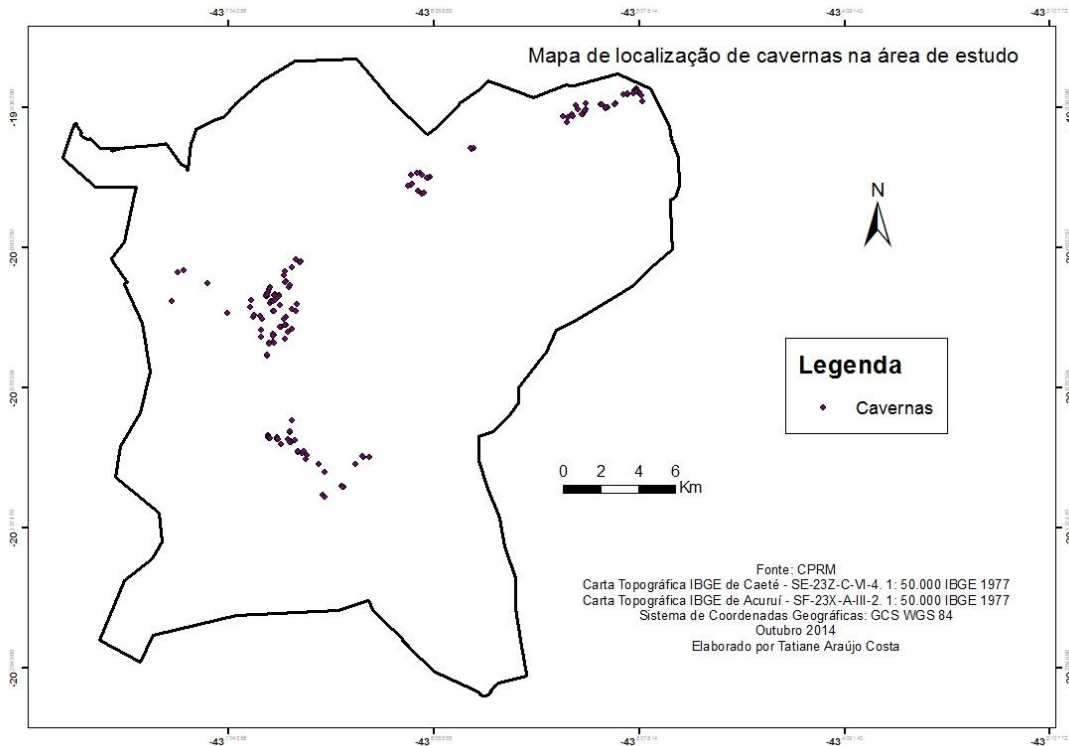


Figura 14: Mapa de localização de cavernas na área de estudo

No entanto na região da Serra do Gandarela há algumas minerações atuando como a MSOL, AngloGold Ashanti dentre outras, e mesmo a atuação dessas empresas não estando dentro da área de estudo ainda sim afeta a qualidade ambiental da área que no geral apresenta uma qualidade ambiental média, mas que pode ter essa qualidade reduzida caso empreendimentos minerários se instale na Serra do Gandarela e em suas proximidade (Figura 15).

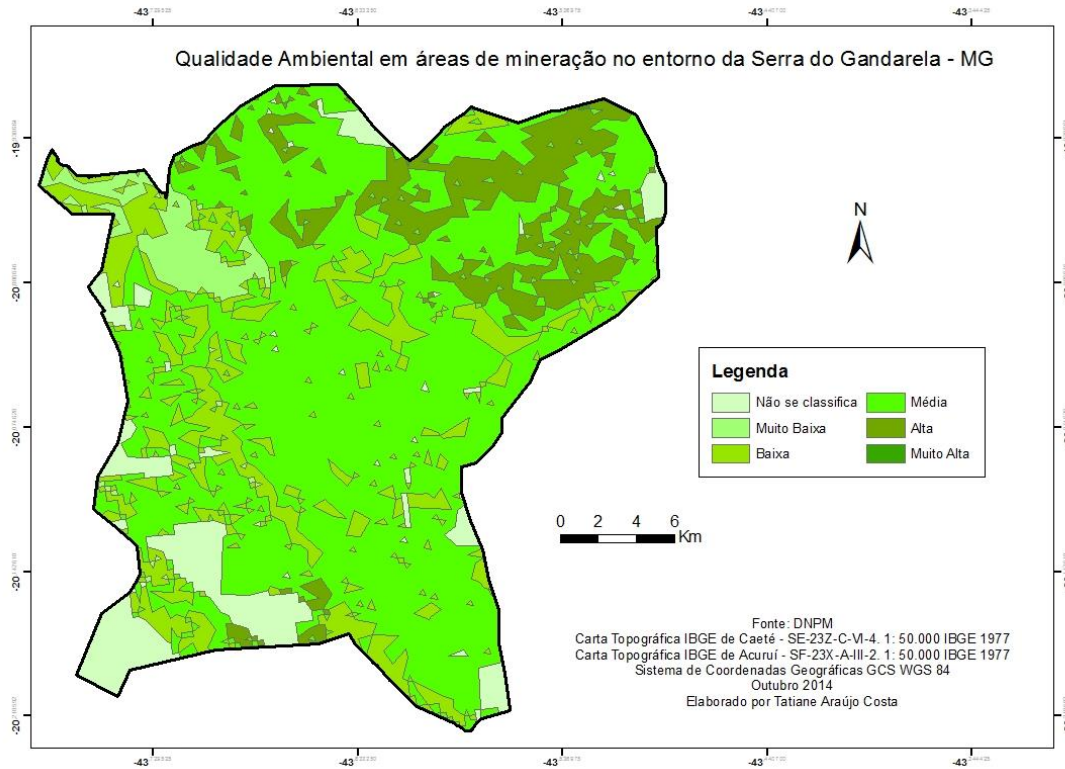


Figura 15: Mapa da qualidade ambiental em áreas de mineração no entorno da Serra do Gandarela - MG

O interesse na região para explorar os recursos minerais está representado na Figura 16, mas não é apenas a mineração que tem interesses na área, os ambientalistas, os pesquisadores, cientistas e a comunidade do entorno, que será afetada com a implantação da mineração na área também tem interesse na região (Figura 17).

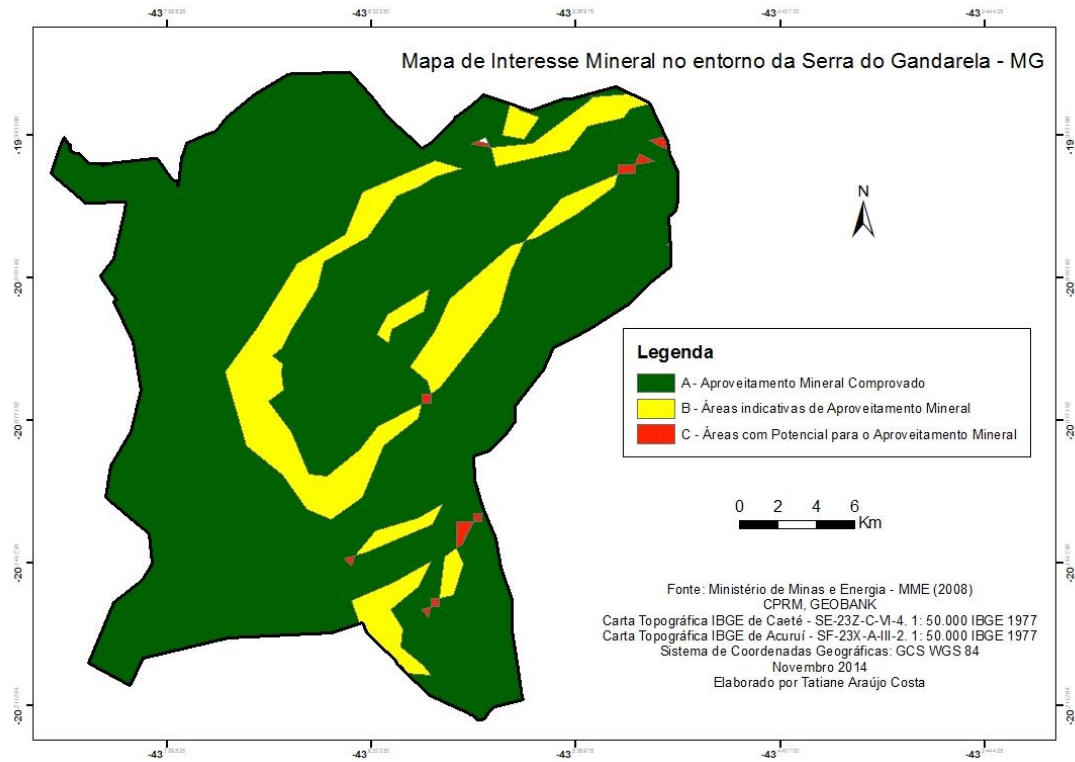


Figura 16: Mapa de interesse mineral no entorno da Serra do Gandarela - MG

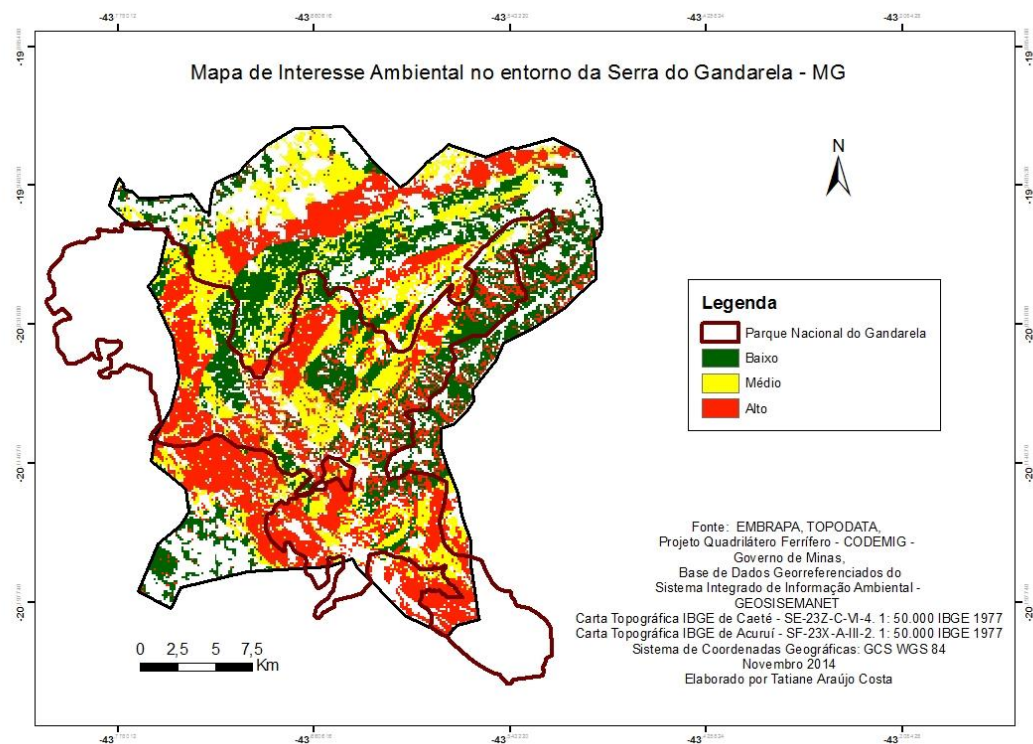


Figura 17: Mapa de interesse ambiental no entorno da Serra do Gandarela - MG

Diante dos diversos tipos e interesses de uso do solo da região da Serra do Gandarela, mas usos antagônicos tem-se então um conflito entre esses interesses que foi mapeado, conforme Figura 18.

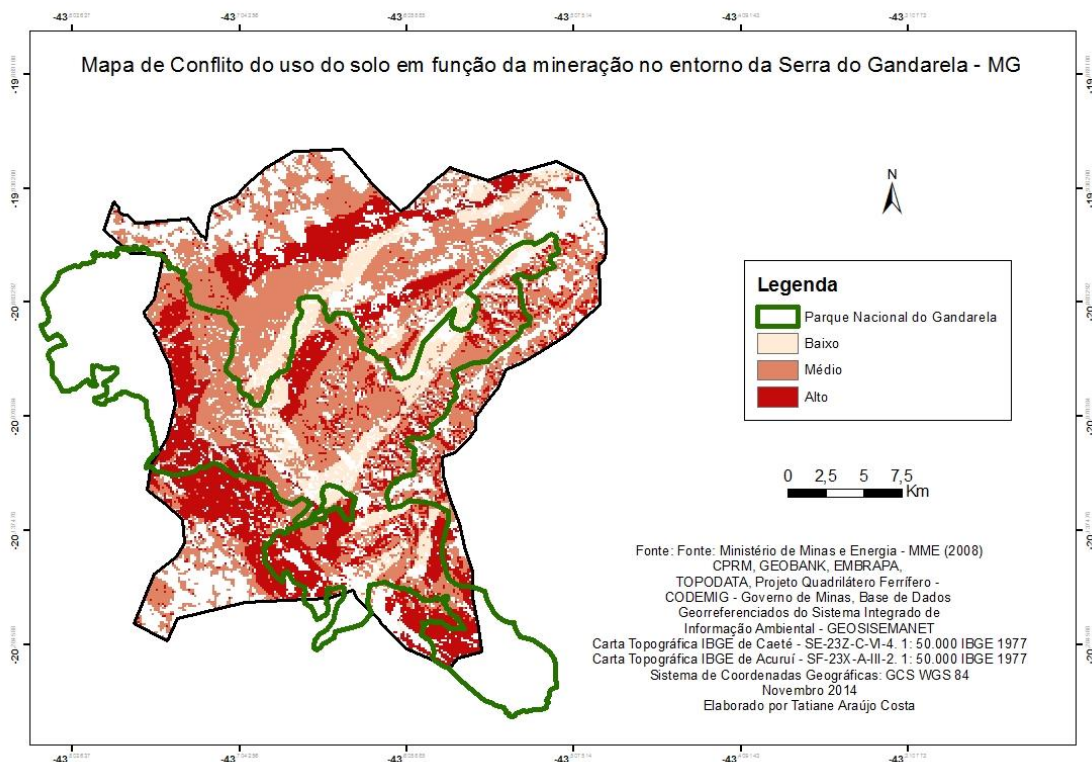


Figura 18: Mapa de conflito do uso do solo em função da mineração no entorno da Serra do Gandarela - MG

O conflito evidenciado no mapa mostra que as zonas onde o conflito ocorre de forma mais intensa não estão somente inseridas dentro dos limites do Parque Nacional do Gandarela, unidade de conservação que aqueles que tem interesse ambientalmente sobre área lutam para criar, conforme foi esperado durante a realização do presente trabalho.

Através da análise do mapa de conflitos juntamente com todo conteúdo neste projeto apresentado, percebe-se que a intensidade do conflito é alta, pois os interesses também são altos, uma vez que no que se refere ao interesse mineral além da maior parte da área em estudo se apresentar favorável a exploração mineral, o lucro que o setor mineral auferir é gigantesco fazendo com que a pressão sobre a área em termos de interesse a exploração também seja. Já no que se refere ao interesse ambiental este também é alto, conforme mostra a Figura 17, e exerce pressão, pois seus parâmetros para preferirem a preservação/conservação também são fortes e relevantes, uma vez que dentre esses

parâmetros estão à existência de cursos d'águas de classe especial, existências de cavernas, de flora e fauna desconhecida pela ciência.

Assim os que se interessam ambientalmente querem a não instalação da mineração na região em contrapartida os que se interessam de forma econômica querem a instalação a qualquer que preço, dessa forma tenta dialogar com os interesses opostos, mas de modo a não prejudicar a implantação do seu empreendimento, por isso mesmo com a criação do Parque Nacional do Gandarela através do Decreto de 13 de outubro de 2014, publicado dia 14 de outubro de 2014 que oficializa a demarcação do parque, o conflito ainda está presente e forte, pois tal demarcação além de não ter respeitado os limites propostos pelos que zelam os interesses ambientais, o projeto do parque irá beneficiar ação das mineradoras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados e discussões obtidos ressalta-se que o desenvolvimento econômico oriundo da atividade minerária é fundamental, pois gera emprego e renda e pressupõe que isso alimenta um ciclo, uma vez que o funcionário empregado irá consumir fazendo o comércio crescer e gerar mais emprego, possivelmente fortalecendo a economia e dando continuidade ao ciclo econômico.

Portanto fortalecer o setor econômico sempre é válido, principalmente no âmbito da mineração que é um empreendimento gigantesco e que movimenta milhões e gera muitos empregos, no entanto sem que este desenvolvimento culmine em danos para a população e para o meio, como a extinção dos cursos d'águas, que na região em estudo em sua maioria são classe especial e classe 1, contaminar o solo e os aquíferos existente na área em questão, destruir a paisagem e conseqüentemente causar problemas de saúde pública para a população, como ocorre em Itabira, em que muitas pessoas desenvolveram depressão em função da modificação da paisagem.

Logo o desenvolvimento só compensa quando não há danos para a sociedade e para o ambiente, assim no que se refere à situação abordada e estudada por esta pesquisa os resultados apontam que é mais importante à criação do Parque contendo os limites desejáveis e não é indicado instalar a mineração, pois essa medida além de proteger a área irá contribuir para estudos e pesquisas científicas, seja para compreender melhor o

Quadrilátero, uma vez que a área em estudo é uma síntese preservada do Quadrilátero, seja, para catalogar espécies ainda desconhecida pela ciência, ou ainda, para compreender melhor a ocupação e a história da humanidade, uma vez que há na área sítios arqueológicos.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DO GANDARELA. ORG. Criado por Augusto Barros. Ativado por NING | GLAM SOCIAL, 2010. Apresenta informações, reportagens sobre a serra do Gandarela e a mineração. Disponível em: <http://www.aguasdogandarela.org/>. Acessado em 03 out. 2013.

ALKMIM, F.F. & MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, v. 90, 29-58, 1998.

Almeida, F.F.M. O cráton do São Francisco. Revista brasileira de geociências, v.7 (4), p. 349-364, 1977 apud LAMOUNIER, Wanderson Lopes. **Patrimônio Natural da Serra do Gandarela e seu Entorno: Análise Ambiental Como Subsídio Para A Criação De Unidades De Conservação no Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. 2009. 152 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

ALVES, André Naves. **Histórico e Importância da Mineração no Estado**. Disponível em: <http://dspace.almg.gov.br/xmlui/bitstream/handle/11037/1589/1589.pdf?sequence=1>. Acesso 06 jul. 2014.

BARBOSA, A.L.M. Contribuições recentes à geologia do Quadrilátero Ferrífero. SBGMG, 1968, reimpressão (1985): UFMG, Instituto de Geociências, 44 p. apud LAMOUNIER, Wanderson Lopes. **Patrimônio Natural da Serra do Gandarela e seu Entorno: Análise Ambiental Como Subsídio Para A Criação De Unidades De Conservação no Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. 2009. 152 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

BONOMA, Thomas V. - Case Research in Marketing: Opportunities, Problems, and Process. Journal of Marketing Research, Vol XXII, May 1985 apud BRESSAN, Flávio. O método do estudo de caso. **Revista administração on-line: prática, pesquisa e ensino**, São Paulo, v. 1, n. 1, jan-mar. 2000. ISSN 1517-7912. Disponível em: http://www.fecap.br/adm_online/art11/flavio.htm. Acessado em 02 out. 2013.

BRASIL. PLANALTO. Decreto Federal de 13 de outubro de 2014. Cria o Parque Nacional da Serra do Gandarela, localizado nos Municípios de Nova Lima, Raposos, Caeté, Santa Bárbara, Mariana, Ouro Preto, Itabirito e Rio Acima, Estado de Minas Gerais. Brasília, DF, Brasil, 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Dsn/Dsn14013.htm. Acesso 11 nov. 2014.

CASTRO, Paulo Tarso Amorim. et al. **Entendendo a mineração no Quadrilátero Ferrífero** = Understanding mining around the Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: Ecológico, 2011. ISBN 9788564748002. 93p.

CHRISTOFOLETTI, A.. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236p.

CREPANI, Edison. et al. SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO E AO ORDENAMENTO TERRITORIAL. São José dos Campos, SP, 2001. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/dsr/simeao/Publicacoes/SERGISZEE3.pdf>. Acessado em 20 out. 2014.

da Silva C.R. (Ed.) 2008. **GEODIVERSIDADE DO BRASIL**: Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.

DNPM. Departamento nacional de produção mineral. Ferro. Carlos Antônio Gonçalves de Jesus. Disponível em: https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8985. Acessado em 05 jul. 2014.

DNPM. Departamento nacional de produção mineral. Informe mineral. Janeiro/julho 2013. Brasília, DF. Disponível em: http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=8798. Acessado em: Acessado em 05 jul. 2014.

DNPM. Departamento nacional de produção mineral. Informe mineral. Janeiro/julho 2014. Brasília, DF. Disponível em: http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=9328. Acessado em: Acessado em 05 ago. 2014.

DNPM. Departamento nacional de produção mineral. Sumário mineral. 2010. Brasília, DF. Disponível em: https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7298. Acessado em: Acessado em 05 jul. 2014.

DORR, J.V. N.; GAIR, J.E.; POMERONE, J.B e RYNEARSON, G.A. Revisão Estratigráfica Pré-Cambriana do Quadrilátero Ferrífero. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 1957, 36 p. (avulso 81) apud LAMOUNIER, Wanderson Lopes. **Patrimônio Natural da Serra do Gandarela e seu Entorno: Análise Ambiental Como Subsídio Para A Criação De Unidades De Conservação no Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. 2009. 152 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

FJP. Fundação João Pinheiro. Informativo CEI – PIB – 1º trimestre 2014. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/pib/pib-trimestrais/365-informativo-cei-pibmg-2014-i-1/file>. Acessado em 06 jul. 2014.

FUNDAMENTOS de geoprocessamento. UFES. 26 p. Disponível em: <http://www.ltc.ufes.br/geomaticsce/Modulo%20Geoprocessamento.pdf>. Acesso em 20 out. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 10 de out. 2013.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. Contribuição do IBRAM para o zoneamento ecológico econômico e o planejamento ambiental dos municípios integrantes da APA-SUL RMBH. Brasília, 2004. 334 p. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000371.PDF>. Acessado 06 jul.2014

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. Informações sobre a Economia Mineral do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004355.pdf>. Acessado em 05 jul. 2014.

LADEIRA, E. A. Metallogenesis of gold at the Morro Velho mine and in the Nova Lima district, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 1980, 282 p. Thesis (PhD Thesis) - University of the Western Ontário, Candada, Ontário apud LAMOUNIER, Wanderson Lopes. **Patrimônio Natural da Serra do Gandarela e seu Entorno: Análise Ambiental Como Subsídio Para A Criação De Unidades De Conservação no Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. 2009. 152 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

LAMOUNIER, Wanderson Lopes. **Patrimônio Natural da Serra do Gandarela e seu Entorno: Análise Ambiental Como Subsídio Para A Criação De Unidades De Conservação no Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. 2009. 152 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseado em análise de multicritérios**. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis – SC, Brasil, 2007. v.1, p. 2899-2906

OLIVEIRA, M. M. Como fazer pesquisa qualitativa. Petrópolis, Vozes, 2007 apud SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. Revista Brasileira de História & Ciências Sociais, São Leopoldo, RS, Ano 1, n 1, jul. 2009. ISSN: 2175-3423. Disponível em: http://www.rbhcs.com/index_arquivos/Artigo.Pesquisa%20documental.pdf. Acessado em 05 out. 2013.

PALUMBO, A.V. et al. **Application of emerging tools and techniques for measuring carbono and microbial communities in reclaimed mine soils**. Environmental Management (Springer-Verlag), Vol 33, Supplement 1:S518-527, 2004.

PORTELA, Marcelo. **Mineração ainda é destaque na economia de Minas Gerais**. Estadão, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,mineracao-ainda-e-destaque-na-economia-de-minas-gerais,170090e>. Acesso 05 jul. 2014.

SALGADO, A. A. R. **André Salgado explica a geomorfologia da Gandarela**. Entrevistador: Pedro de Filippis. Caeté, MG: junho 2014. Vídeo (09 min. 37 seg.), Entrevista concedida ao canal Banco Audiovisual de Frentes Socioambientais. Disponível em: <http://vimeo.com/groups/bancoaudiovisual/videos/97186581>. Acesso 19 out. 2014

SANTOS, Amanda Alves dos. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de fragilidade ambiental no Parque Estadual da Serra do Rola Moça**. 2010. 39 p. Monografia (Especialização) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/AMANDA.pdf>. Acesso 09 jul. 2014.

SILVA, Olintho Pereira da. A Mineração em Minas Gerais: Passado, Presente e Futuro. Disponível em: http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/3_1_77_86_Silva.pdf. Acessado em 06 jul. 2014.

TULL, D. S. & HAWKINS, D. I. - Marketing Research, Meaning, Measurement and Method. Macmillan Publishing Co., Inc., London, 1976 apud BRESSAN, Flávio. O método do estudo de caso. Revista administração on-line: prática, pesquisa e ensino, São Paulo, v. 1, n. 1, jan-mar. 2000. ISSN 1517-7912. Disponível em: http://www.fecap.br/adm_online/art11/flavio.htm. Acessado em 02 out. 2013.

YIN, Robert K. - Case Study Research - Design and Methods. Sage Publications Inc., USA, 1989 apud BRESSAN, Flávio. O método do estudo de caso. Revista administração on-line: prática, pesquisa e ensino, São Paulo, v. 1, n. 1, jan-mar. 2000. ISSN 1517-7912. Disponível em: http://www.fecap.br/adm_online/art11/flavio.htm. Acessado em 02 out. 2013.