



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

MARCOS CESAR LUNA DA SILVA

**A GEOMORFOLOGIA E OS DEPÓSITOS MINERAIS: UMA RELAÇÃO
INTRÍNSECA NA REGIÃO DE SETE PEDRAS, GOIABEIRA – MG**

Vitória (ES)

2019

MARCOS CESAR LUNA DA SILVA

**A GEOMORFOLOGIA E OS DEPÓSITOS MINERAIS: UMA RELAÇÃO
INTRÍNSECA NA REGIÃO DE SETE PEDRAS, GOIABEIRA – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Geografia do Centro de Ciências Humanas
e Naturais da Universidade Federal do
Espírito Santo, como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em
Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Celso de
Oliveira Goulart

Vitória (ES)

2019

MARCOS CESAR LUNA DA SILVA

**A GEOMORFOLOGIA E OS DEPÓSITOS MINERAIS: UMA RELAÇÃO
INTRÍNSECA NA REGIÃO DE SETE PEDRAS, GOIABEIRA – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em 17 de julho de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Celso de Oliveira Goulart
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dra. Ana Christina Wigner Gímenes
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. MSc Luiz Machado Filho
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

À Deus por ter me dado forças para mais uma conquista em minha vida, a minha esposa Ana Cristina que esteve e está ao meu lado nos momentos mais difíceis e que foi muito importante nessa conquista. Aos meus filhos Weverton e Eduardo que souberam compreender os momentos difíceis e a ausência do lar no decorrer dos trabalhos de campo.

Ao meu grande amigo e irmão Silas Levy (*in memoriam*) que muito me ajudou nos momentos mais difíceis e sei que em algum lugar está comemorando esta nossa vitória.

Ao Senhor Valdemar e toda a família Teodoro de Andrade que me acolheram e tão bem me receberam em seus lares, dando todo o suporte necessário para que esse estudo se realizasse.

Aos meus pais, Senhor Francisco e Senhora Gilza cujos ensinamentos de vida foram por mim muito bem assimilados.

Ao meu amigo Lincoln Duques, um cara fantástico e que esteve todos esses anos juntos na Graduação e foi muito importante nessa conquista com suas ajudas e incentivos.

A Professora Gisele Girardi, pessoa fantástica e que com seu jeito compreensível, muito nos ajudou nos momentos mais angustiantes e com muita paciência.

Aos meus amigos, irmãos, Alcy Belizário e Lucia Elena, vocês são pessoas incríveis e a quem muito devo, qualquer palavra aqui não fará jus o quanto sou grato em tê-los em minha vida como amigos.

Aos meus jovens amigos da Turma 2015/2 da Geografia noturna da UFES, aqui represento na pessoa de Wlademir Guerra, pessoas da melhor qualidade e formação moral.

AGRADECIMENTOS

A Graduação em um Curso Acadêmico, exige muito do discente, principalmente para aqueles que labutam diariamente para manter o sustento do lar. Mas, obstáculos existem para serem vencidos e nessa caminhada precisamos muitas das vezes de pessoas que possam nos auxiliar em momentos de dificuldades.

Agradeço ao Professor Dr. Antonio Celso de Oliveira Goulart a quem desde o início da Graduação lhe dizia ser apaixonado pela Geomorfologia e que acreditou no tema e com sua paciência soube conduzir, dar suporte, através de estímulos e orientações.

Ao meu amigo Professor Anísio Claudio Fonseca, do Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG) que com seu estímulo e explicação muito auxiliou na definição do título. O desafio foi grande meu amigo, mas Deus sempre coloca ao nosso lado pessoas boas e você é uma delas.

Aos professores do Departamento de Geografia e dos outros Departamentos com os quais tive o prazer de conviver nessa trajetória que sempre demonstraram interesse e boa vontade em passar seus conhecimentos.

Agradeço ao amigo Arthur David que mesmo atarefado com suas atividades acadêmicas sempre foi solícito e atencioso nas demandas que levei a ele.

A Cirila Busato e Herom Campos, Geógrafos e pelos quais tenho grande admiração e estima, seus conselhos, observações e críticas muito ajudaram na elaboração desse estudo.

Aos funcionários que trabalham na retaguarda da UFES para que possamos ter condições de ensino e que não são vistos pela maioria das pessoas, vocês são fundamentais.

RESUMO

O estudo da relação intrínseca entre a geomorfologia e depósitos minerais na Região de Sete Pedras, Goiabeira-MG, tem o objetivo de compreender como essa relação pode contribuir para a exploração mineral local.

Depósitos minerais são associados a processos geológicos e geomorfológicos, que vão criar condições para que haja acumulação de substâncias úteis, determinando de acordo com a predominância do processo, o tipo de depósito a ser gerado.

A concentração de substâncias úteis será fundamental na determinação da formação desses depósitos minerais, pois o elemento químico predominante em uma rocha vai caracterizar o tipo de depósito e sua qualidade estará associada ao ambiente de formação das rochas na mineralização do depósito. Essa mineralização dependerá de uma fonte que forneça a substância útil e de um local em que se possa haver uma deposição concentrada.

A metodologia do trabalho consistiu em trabalhos de campo, através de caminhada, buscando informações de ocorrências minerais e rochas, uso de equipamentos eletrônicos de filmagem e fotografia, além de consultas de dados a fontes abertas. Posteriormente foram produzidos mapas e feitas interpretações dos dados coletados, gerando informações que mostraram a relação da geomorfologia com os depósitos minerais em Sete Pedras (MG).

Os vários depósitos mineralizados no Estado de Minas Gerais são do Orógeno Araçuaí, caracterizado por ter jazidas e gemas, associados a existência de granitos em seu núcleo cristalino. Sete Pedras (MG), que apresenta possibilidades de formações de depósitos minerais em aluviões, está dentro da Província Pegmatítica Oriental do Brasil, conhecida como uma das maiores produtoras de minerais com qualidade gemológica.

Palavras-Chave: Pegmatitos, Jazidas, Processos Geológicos, Garimpo.

ABSTRACT

The study of the intrinsic relationship between geomorphology and mineral deposits in the Sete Pedras region, Goiabeira-MG, aims to understand how this relationship can contribute to the local mineral exploration.

Mineral deposits are associated with geological and geomorphological processes, which will create conditions so that there is accumulation of useful substances, determining according to the predominance of the process, the type of deposit to be generated.

The concentration of useful substances will be fundamental in determining the formation of these mineral deposits, because the predominant chemical element in a rock will characterize the type of deposit and its quality will be associated with the environment of formation of the rocks in mineralization of the warehouse. This mineralization will depend on a source that provides the useful substance and a place where there may be concentrated deposition.

The methodology of the work consisted of fieldwork, through walking, searching for information of mineral and rock occurrences, use of electronic equipment for filming and photography, as well as data queries to open sources. Subsequently, maps were produced and interpretations were made of the collected data, generating information that showed the relationship of geomorphology with mineral deposits in Sete Pedras (MG).

The various mineralized deposits in the state of Minas Gerais are of the Araçuaí Orogen, characterized to have deposits and gems, associated with the existence of granites in its crystalline nucleus. Sete Pedras (MG), which presents possibilities of formations of mineral deposits in alluvions, is within the eastern pegmatytic province of Brazil known as one of the largest producers of minerals with gemological quality.

Key words: geomorphology, minerals, processes, deposits, relationship.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Geração de um depósito mineral segundo Routhier 1980.....	13
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	15
Figura 3 - Imagem orbital da região de Sete Pedras – Goiabeira – MG.....	16
Figura 4 - Rocha do Domínio Granito Caladão na Região de Sete Pedras.....	17
Figura 5 - Mapa geológico representando unidades e litotipos de Goiabeira e Cuparaque – MG.....	18
Figura 6 - Pegmatito da região de Sete Pedras.....	19
Figura 7 - Granito predominante na região de Sete Pedras.....	20
Figura 8 - Existência de matacões em Sete Pedras.....	20
Figura 9 - Extração de granito no Município de Conselheiro Pena-MG.....	21
Figura 10 - Quartzo com turmalinas schorlitas (negras) extraídas no Garimpo do Beija-Flor.....	22
Figura 11 - Quartzo rosa extraído do Garimpo do Beija-Flor.....	23
Figura 12 - Turmalina negra no quartzo extraída do Garimpo do Beija-Flor.....	24
Figura 13 - Rejeito de escavação de antiga lavra em Sete Pedras.....	25
Figura 14 - Morro apresentando crista.....	26
Figura 15 - Encosta com voçoroca.....	26
Figura 16 - Vista da região de Sete Pedras caracterizando o relevo dissecado.....	26
Figura 17 - Área de dissecação fluvial em Sete Pedras.....	28
Figura 18 - Formação de planície aluvionar em Sete Pedras.....	29
Figura 19 - Vista das características do relevo de Sete Pedras.....	29
Figura 20 - Matacões que sofreram esfoliação esferoidal.....	30
Figura 21 - Rampa de colúvio sem a presença de matacões.....	31
Figura 22 - Perfil do solo em uma lavra na região de Sete Pedras.....	32
Figura 23 - Solo erodido.....	32
Figura 24 – Depósito de quartzo em ambiente de deposição em Sete Pedras.....	33
Figura 25 - Formação de colúvio em Sete Pedras.....	34
Figura 26 - Córrego seco.....	34

Figura 27 - Córrego cheio.....	35
Figura 28 - Reentrância de um anfiteatro (Hollow) em Sete Pedras.....	35
Figura 29 - Veio pegmatítico.....	41
Figura 30 – Veio pegmatítico.....	41
Figura 31 - Pegmatito do garimpo do marimbondo em Sete Pedras.....	42
Figura 32 - Quartzo rosa lapidado do Garimpo do Beija-Flor.....	43
Figura 33 - Pingente em prata adornado com quartzo fumê do Garimpo do Beija-Flor.....	44
Figura 34 - Garimpeiro no antigo garimpo em Sete Pedras.....	45
Figura 35 - Rochas expostas suscetíveis às ações do intemperismo.....	46
Figura 36 - Mapa de Fluxo Detrítico da Região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.....	47
Figura 37 - Classificação das vertentes de acordo com a forma geométrica e os processos operantes.....	48
Figura 38 – Quadro de Classificação dos fluxos hídricos superficiais.....	49
Figura 39 - Mapa de curvas de nível de 10 metros da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.....	49
Figura 40 - Mapa hipsométrico da região de sete Pedras – Goiabeira-MG.....	50
Figura 41 - Mapa de representação hidrográfica da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.....	51
Figura 42 - Planície aluvionar com área de alagamento em Sete Pedras.....	52
Figura 43 - Mapa de declividade da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.....	53
Figura 44 - Perfil longitudinal do eixo principal da planície aluvionar em Sete Pedras, Goiabeira – MG.....	53
Figura 45 - Mapa geomorfológico da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.....	55
Figura 46 - Túnel do Garimpo do Beija-Flor em Sete Pedras.....	56
Figura 47 - Quartzo (citrino) extraído em Sete Pedras.....	56
Figura 48 – Minerais encontrados durante a construção da LMG-774 em Sete Pedras.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Intervalos Hipsométricos da área de estudo.....	39
Quadro 2 – Intervalos de inclinação das vertentes.....	40

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVO	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.	ÁREA DE ESTUDO	15
3.1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	15
4.	DESCRIPÇÃO DA ÁREA	16
4.1	GEOLOGIA	16
4.1.1	Geologia regional	16
4.1.2	Geologia da área de estudo	18
4.1.3	Mineralogia regional	21
4.1.4	Mineralogia da área de estudo	23
4.2	GEOMORFOLOGIA	25
4.2.1	Geomorfologia Regional	25
4.2.2	Geomorfologia da área de estudo	27
5.	REFERENCIAL TEÓRICO	36
6.	MATERIAIS E MÉTODOS	38
7.	RESULTADOS	44
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

Os depósitos minerais são associados aos processos geológicos, entre eles a sedimentação, intemperismo e metamorfismo (TEIXEIRA, 2009) que criam condições para que os mesmos venham a ter acumulação de substâncias como elementos químicos, minerais, fragmentos de rochas entre outros.

Esses processos geológicos e geomorfológicos, determinam de acordo com a predominância, o tipo de depósito a ser gerado. O pegmatito reflete uma cristalização oriunda do magma e apresenta minerais de grandes tamanhos (TEIXEIRA, 2009), entre os quais o quartzo, o feldspato e a mica.

A concentração de substâncias minerais será fundamental na determinação da formação de depósitos minerais, uma vez que o elemento químico predominante em uma rocha irá caracterizar o tipo de depósito. Esses depósitos apresentarão novos minerais transformados a partir dos minerais primários das rochas, com mais estabilidade e que se depositarão na superfície (TEIXEIRA, 2009).

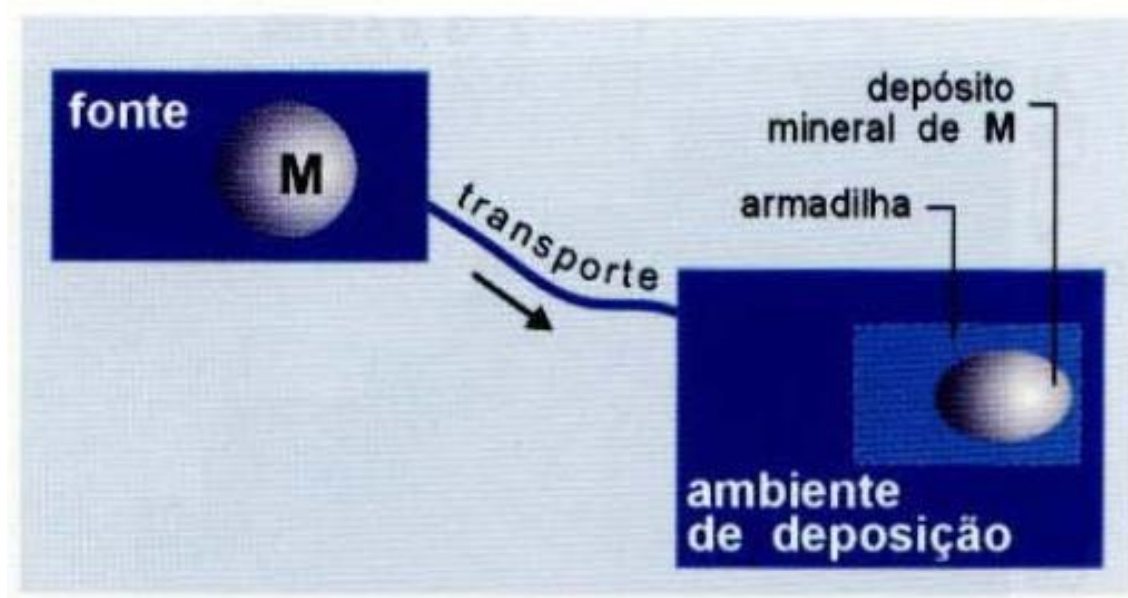
A qualidade dos minerais desses depósitos está associada ao ambiente de formação de rochas na mineralização dos depósitos minerais (TEIXEIRA, 2009). Em Sete Pedras (MG) essa é a relação existente, de acordo com as informações de moradores locais e amostras de minerais e rochas recolhidos pelos mesmos.

Segundo Teixeira (2009) poderão ocorrer mecanismos ou condições especiais que levarão à condução de concentração de substâncias úteis durante o desenvolvimento dos processos geológicos que formarão esses depósitos mineralizados. Os processos de mineralização serão classificados de acordo com a predominância e, conseqüentemente, o tipo de depósito gerado, podendo ser de sedimentação, intemperismo, metamorfismo, magmático, etc.

Mas para que ocorra uma mineralização deverá haver a existência de uma fonte que forneça a substância útil, além de um local onde se possa haver uma deposição de forma concentrada. Diversos fatores como uma força-motriz (energia) e um meio que permita a migração dessa substância devem atuar de forma eficiente de

modo a convergir para a geração de um depósito mineral. As substâncias úteis após o transporte serão depositadas em um ambiente de deposição, gerando assim depósitos minerais (TEIXEIRA, 2009) (Figura 1).

Figura 1 - Geração de um depósito mineral, segundo Routhier 1980.



Fonte: Teixeira (2009).

Sendo assim,

[...]. As formas, os processos e as suas relações constituem o sistema geomorfológico, que é um sistema aberto pois recebe influências e também atua sobre outros sistemas componentes do seu universo. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 1).

Essa condição de sistema aberto expressa pelo relevo, em que ocorrem constantes trocas de energia e matéria, pode influenciar na formação de uma jazida mineral e também na sua mineração (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As ocorrências de substâncias minerais em virtude da existência de pegmatitos e a possibilidade de formação de depósitos minerais em Sete Pedras, levam a acreditar no potencial mineral dessa região, o que pode justificar de acordo com a viabilidade econômica, a exploração mineral.

Para se determinar a qualidade dos depósitos minerais, partimos do princípio de que a área em estudo se trata de um ambiente de formação de rochas ígneas e

que processos como o intemperismo serão de grande importância na mineralização desses depósitos.

Assim, tendo como base as informações coletadas, recursos financeiros e humanos poderão ser empregados de forma otimizada, evitando dispêndios desses recursos tanto por parte da iniciativa privada quanto por parte do poder público.

O estudo da relação intrínseca entre a geomorfologia e possíveis jazidas em pegmatitos e outros depósitos minerais como em aluviões na região de Sete Pedras, Goiabeira-MG, tem como objetivo compreender de que forma essa relação pode contribuir para a exploração mineral local.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho consiste em realizar uma análise da relação intrínseca entre a geomorfologia e possíveis jazidas minerais, assim como depósitos minerais na região de Sete Pedras, no município de Goiabeira-MG.

Ao estudar a região de Sete Pedras busca-se identificar ocorrências minerais, localização de depósitos minerais e jazidas, usando para isso a contribuição da geomorfologia, dessa forma otimizando os processos prospectivos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

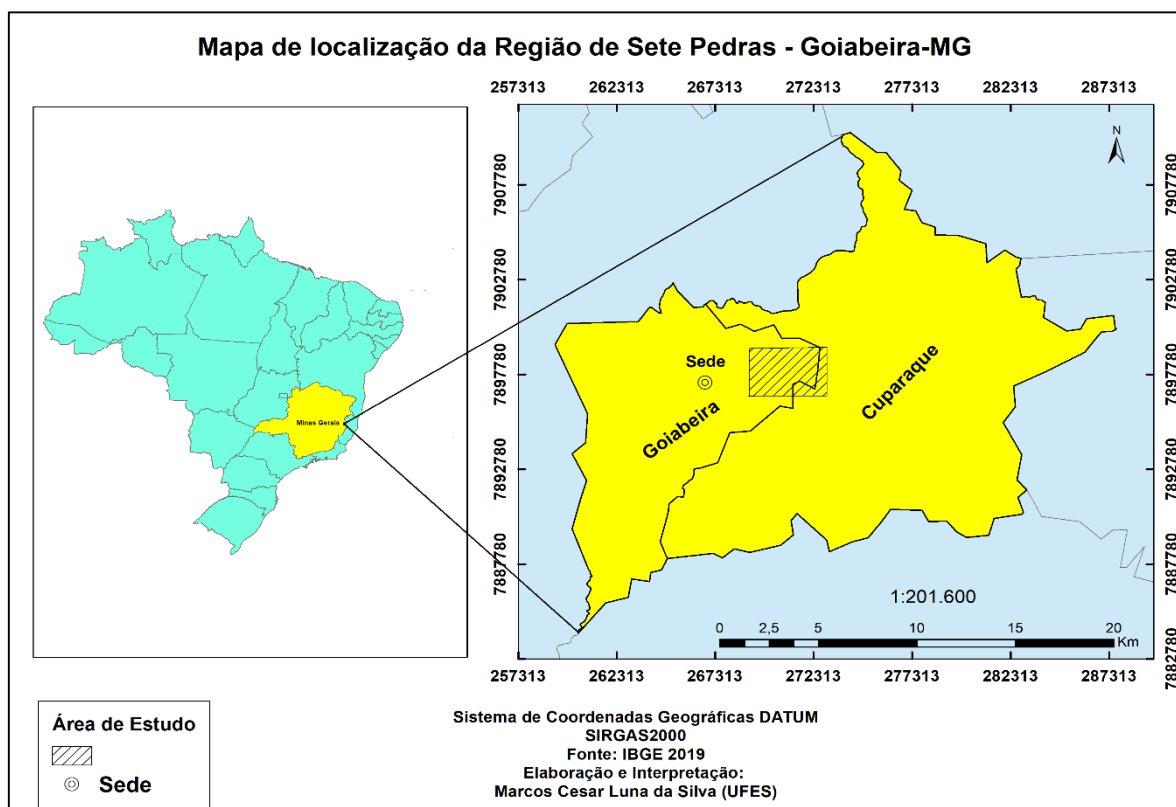
- Compreender de que forma a geomorfologia e seus processos atuantes podem contribuir na formação dos depósitos minerais, bem como na exploração mineral da região de Sete Pedras (MG).
- Através desta análise de relação, direcionar a prospecção e lavra dos recursos minerais.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A região de Sete Pedras pertence administrativamente ao município de Goiabeira no Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil, Mesorregião do Vale do Rio Doce e Microrregião de Aimorés (Figura 2).

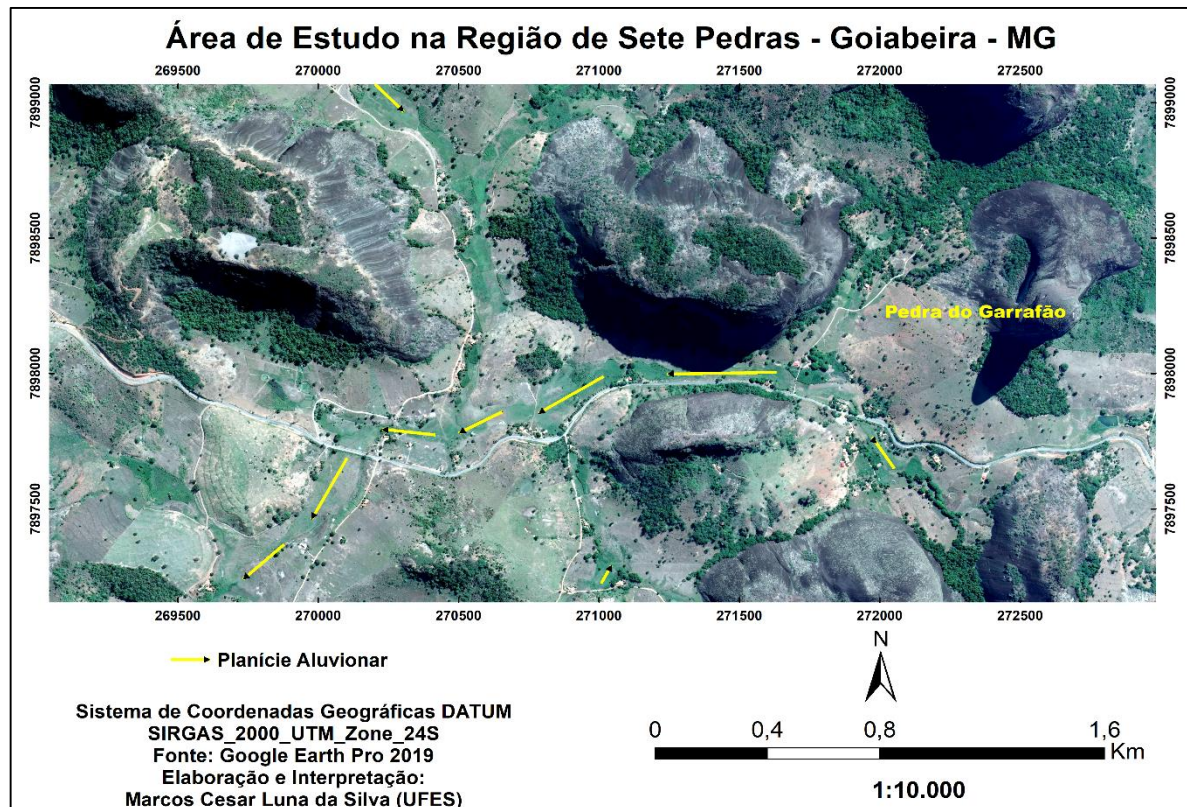
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.



Distante cerca de seis quilômetros da sede do município de Goiabeira-MG (Figura 2), a região de Sete Pedras apresenta diversos granitoides, sendo comum a exploração de granitos na área e também no seu entorno. Sua toponímia está associada a sete formações rochosas existentes no local.

A análise da imagem de satélite (Figura 3) da região evidencia um leito de rio, seguindo a sudoeste da Pedra do Garrafão, formando o eixo central da topografia na área de estudo. Observa-se ainda a presença de córregos secos e de ambientes de deposição com grandes extensões, formando uma planície aluvionar em contraste com os relevos dos morros nesse local.

Figura 3 – Imagem orbital da região de Sete Pedras – Goiabeira – MG.



4. DESCRIÇÃO DA ÁREA

4.1 GEOLOGIA

4.1.1 Geologia regional

A região da área de estudo, encontra-se no sul da carta geológica, em escala 1:100.000, Itabirinha de Mantena (SF.24-Y-A-V), próximo ao limite com a folha Conselheiro Pena, ambas executadas pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil).

Essa região encontra-se no domínio do Órogeno Araçuaí, que é uma faixa de dobramentos estruturada no Neoproterozóico, resultante de choques de placas. Nessas cartas, as principais unidades geológicas que ocorrem na referida região, são o Granito Caladão, o Tonalito Galiléia e a Formação Tumiritinga.

O Granito Caladão formou-se em fase tardia pós-tectônica, isto é, ao final ou pós a tectônica do referido choque de placas. Ele foi formado no período Cambriano, da Era Paleozóico, há cerca de 570Ma. A rocha principal dessa unidade é um granito porfírico (Figura 4).

Figura 4 - Rocha do Domínio Granito Caladão na Região de Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

O Tonalito Galiléia formou-se em fase sin a tardi-tectônica, isto é, durante e ao final da tectônica, há cerca de 1000Ma, apresentando-se, portanto, uma orientação expressiva, caracterizando-se como um ortogneisse. As rochas principais dessa unidade são tonalito e granodiorito com biotita e granada.

Conforme geologia da carta geológica da CPRM (1995), o município de Goiabeira é abrangido pelo Tonalito Galiléia, entretanto, faz contato brusco com os gnaisses da Formação Tumiritinga.

A Formação Tumiritinga foi metamorfizada e estruturada durante a fase tectônica do Orógeno Araçuaí, há cerca de 1000Ma. A rocha principal é um sillimanita-granada-biotita gnaisse, com pequenas intercalações de rocha calcissilicáticas e sua foliação, em geral, segue a direção NNW do orógeno.

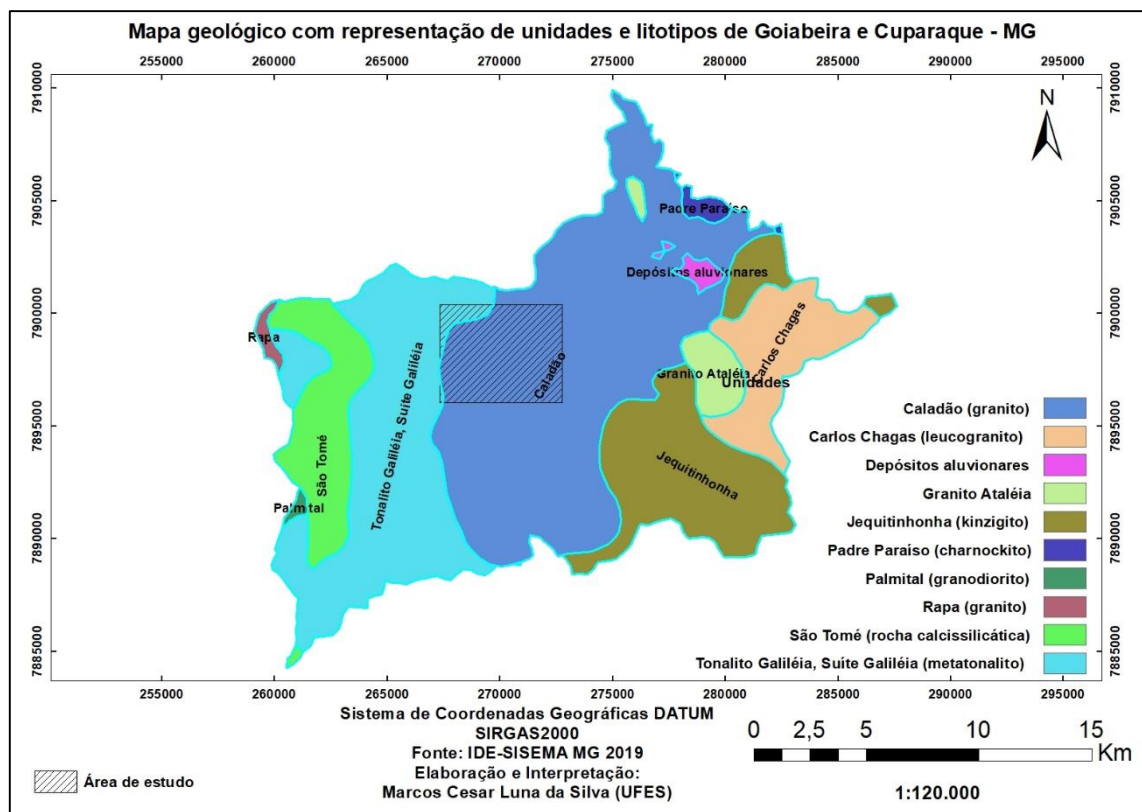
A Formação Tumiritinga que abrange parte do município de Goiabeira, está inserida na Província Pegmatítica Oriental do Brasil e durante a evolução do Órógeno, desenvolveu-se o magmatismo granítico aos quais se relacionam inúmeros

pegmatitos. Essa Província é uma das maiores produtoras de minerais com qualidade gemológica.

4.1.2 Geologia da área de estudo

A área de estudo encontra-se no domínio do Granito Caladão, que é um granito porfirítico com matriz de granulação grossa, constituída por feldspato, quartzo e biotita, envolvendo pórfiros (cristais maiores) de feldspato potássico, com 2 a 7 cm (Figura 5).

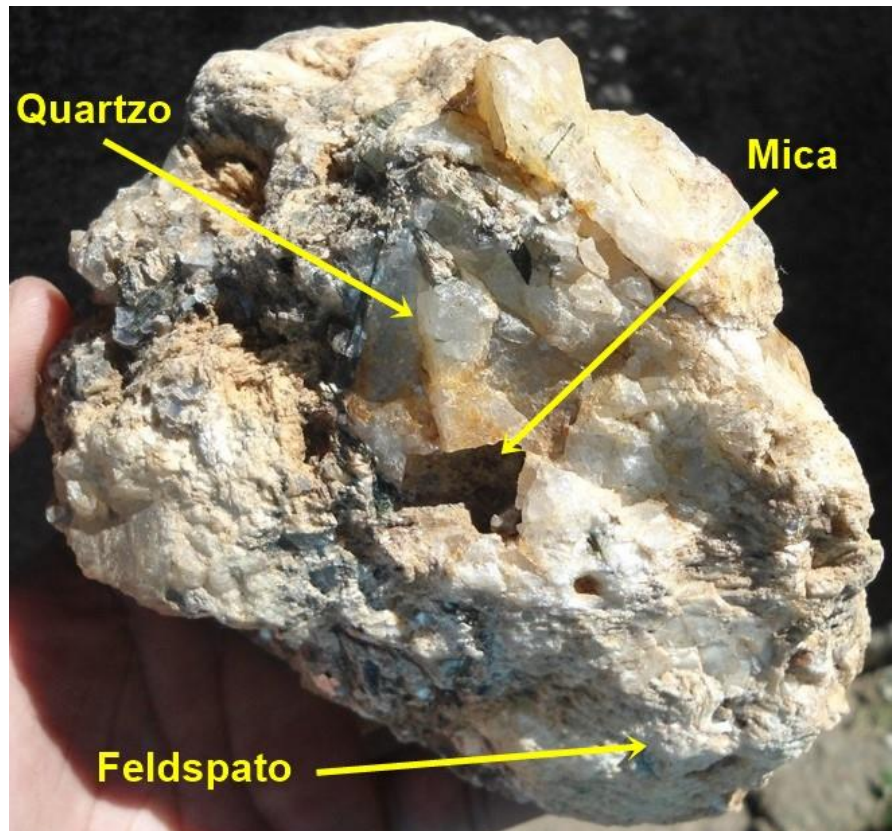
Figura 5 - Mapa geológico representando unidades e litotipos de Goiabeira e Cuparaque – MG.



A rocha, em geral, não é orientada, mas pode apresentar orientação seguindo a direção NNW do Orógeno Araçuai. Apresenta duas direções preferenciais de fraturas, uma NE - SW e outra NW – SE, a primeira controlando a drenagem principal e a segunda, as drenagens secundárias, todas elas controlando os córregos efêmeros. Fluxos detríticos irão se convergir para o ambiente de deposição, formando depósitos aluvionares que podem conter depósitos minerais em placentes.

A região de Sete Pedras apresenta pegmatitos cortando o granito. Esses pegmatitos podem chegar a espessura de 3 a 4 m e sempre intemperizados na superfície. São formados preferencialmente por grandes cristais de feldspato, quartzo e mica muscovita (Figura 6).

Figura 6 - Pegmatito da região de Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

O transporte desses materiais intemperizados, convergem para um ambiente de deposição onde irão formar depósitos de placeres que é uma concentração mecânica superficial de partículas minerais provenientes dos detritos de intemperismo, sendo o depósito de placer fluvial o mais frequente (SUGUIO, 1998).

Os granitos têm potencial de brita e rocha ornamental na construção civil e esses aspectos são bem caracterizados. Solos poucos intemperizados podem ser usados como saibro e solos muito intemperizados podem ser utilizados como material de empréstimo. Alguns granitoides apresentam cobertura vegetal no topo, nas vertentes e gramíneas nas encostas (Figura 7).

Figura 7 - Granito predominante na região de Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

A alteração dos granitos quase sempre deixa matacões em meio ao solo, podendo dificultar as escavações e perfurações e é frequente o movimento destes blocos em taludes de corte (Figura 8).

Figura 8 - Existência de matacões em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

4.1.3 Mineralogia regional

A Província Pegmatítica Oriental do Brasil possui imensas jazidas minerais, com destaque para as pedras preciosas, conforme Folhas Conselheiro Pena/São Gabriel da Palha (SE 24-Y-C-II e SE 24-Y-C-III parte) na escala 1:100.000, confeccionadas pelo Ministério de Minas e Energia em parceria com a Secretaria de Minas e Metalurgia do Estado de Minas Gerais e a CPRM no ano de 2000, cartas essas que apresenta o cadastramento dos recursos minerais da região leste de Minas Gerais.

Na área, em quase toda sua extensão são processadas atividades extrativas que visam ao aproveitamento econômico de minerais industriais e de pedras coradas com qualidade gemológica (DA SILVA, J. M. R. et al. PROJETO RADAMBRASIL, 1987) (Figura 9).

Figura 9 - Extração de granito no Município de Conselheiro Pena-MG.



Fonte: Acervo do autor.

A Província Pegmatítica Oriental do Brasil está contida no Orógeno Araçuaí e ocupa grande parte do leste do Estado de Minas Gerais, seus pegmatitos são

relacionados ao magmatismo granítico desenvolvido durante o Evento Brasileiro (DARDENE e SCHOBENHAUS, 2001).

Segundo Alkmim (2018), o Orógeno Araçuaí está subdividido em Faixa Araçuaí externa e interna. Na sua parte externa onde predominam rochas metassedimentares de baixo a médio grau metamórfico que se organizam um típico cinturão orogênico. Na sua parte interna ou núcleo cristalino estão as rochas metamórficas de alto grau e granitos complexos. O Orógeno Araçuaí é conhecido por suas jazidas e ocorrências de gemas, assim como vários depósitos de minerais com qualidade gemológica.

O Distrito Pegmatítico de Conselheiro Pena abrange entre outros municípios, o de Goiabeira, cuja região de Sete Pedras está inserida no campo pegmatítico de Goiabeira. Minas Gerais se destaca como maior produtor de turmalinas do Brasil e seus depósitos estão associados a pegmatitos graníticos da Província Pegmatítica Oriental (OLIVEIRA, 2000) (Figura 10).

Figura 10 - Quartzo com turmalinas schorlitas (negras) extraídas no Garimpo do Beija-Flor.



Fonte: Acervo do autor.

Segundo a CPRM, folha Itabirinha de Mantena – SE.24-Y-A-V, escala 1:100.000, Vieira (1997), o Granito Caladão apresenta predominantemente rochas com composição granítica e também granitos grossos, sugerindo fluxo magmático. No Estado de Minas Gerais, os minerais tem seus núcleos cristalinos associados aos

granitos, dessa forma a área de estudo poderá ter grandes depósitos minerais de qualidade.

4.1.4 Mineralogia da área de estudo

Corpos pegmatíticos são as principais mineralizações no âmbito da Folha SE.24 Rio Doce (DA SILVA, J. M. R. et al. PROJETO RADAMBRASIL, 1987). Alguns jazimentos minerais vão apresentar condicionamento estrutural e/ou litológico diretamente com alguma unidade litoestratigráfica, delineando assim uma avaliação das possibilidades metalogenéticas individualizada para essas unidades. A Suíte Intrusiva Aimorés apresenta pegmatitos portadores de pedras coradas.

O Campo Pegmatítico Goiabeira abrange a porção norte da Folha Conselheiro Pena que apresenta em algumas áreas pegmatito médio, tabular, subhorizontal, zonado, encaixado no Tonalito Galiléia, em que há ocorrências de kunzita, turmalina e água-marinha, além de quartzo (Figura 11).

Figura 11 - Quartzo rosa extraído do Garimpo do Beija-Flor.



Fonte: Acervo do autor.

Os pegmatitos da região de Goiabeira apresentam mineralogia simples e em sua maioria encaixados segundo a xistosidade principal e nos biotita-quartzo xistos da Formação São Tomé e no Tonalito Galiléia. Há ocorrências minerais catalogadas como lepidolita, elbaita, cassiterita e tantalita, localizadas entre Goiabeira e Ferruginha (MG).

Nos pegmatitos de Aldeia e Cuparaque (MG), que fazem limites com o município de Goiabeira, os principais constituintes minerais são: quartzo, microclínio, albita, muscovita e como mineral de lítio ocorre apenas a lepidolita. A elbaita é um mineral comum em alguns corpos, como as lavras do Sapo e Formiga.

De acordo com a classificação do PROJETO RADAMBRASIL (DA SILVA, J. M. R. et al. PROJETO RADAMBRASIL, 1987), esses pegmatitos são do tipo simples e observa-se que os mesmos se posicionam nos xistos e nos maciços granitos. A mineralização da região estudada é composta principalmente por feldspato, microclina, quartzo e muscovita que são portadores de berilo e turmalina negra (Figura 12).

Figura 12 - Turmalina negra no quartzo extraída do Garimpo do Beija-Flor.

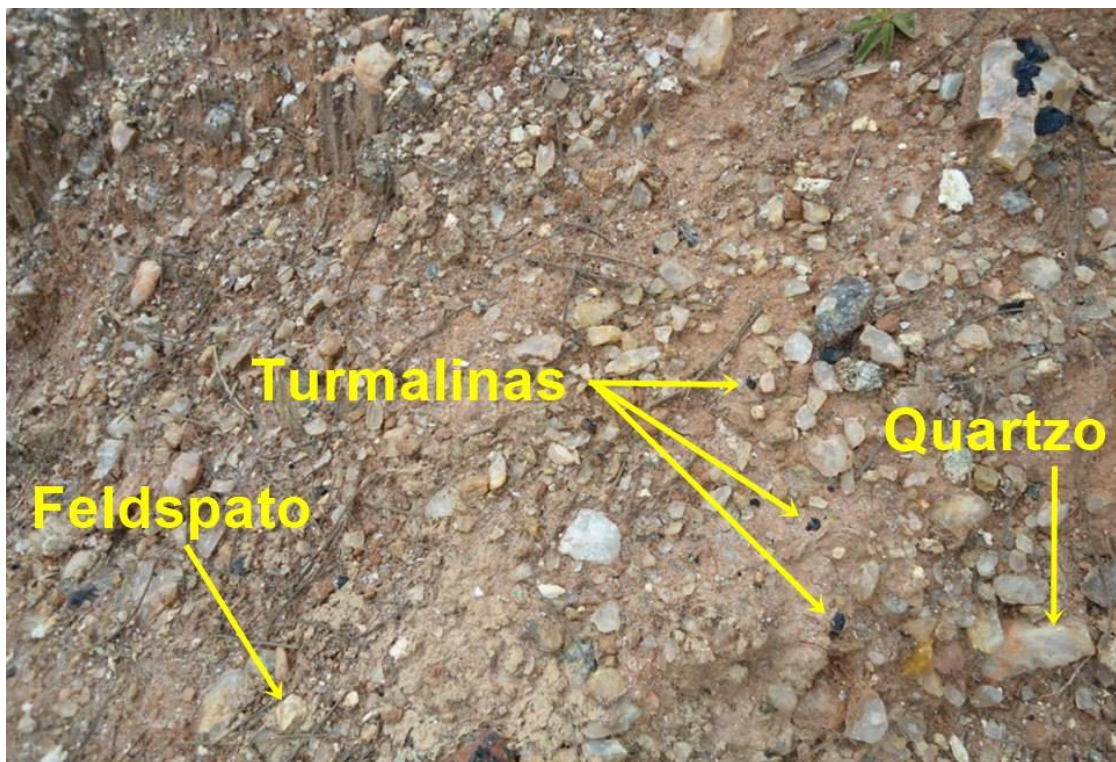


Fonte: Acervo do autor.

Na área de estudo também foi encontrado o quartzo rosa, citrino (amarelo), fumê (enfumaçado), turmalina negra (schorlita), berilo incolor (goshenita), topázio incolor, ilmenita (óxido de ferro e titânio) e espodumênio rosa (kunzita).

Na área ainda se encontram rejeitos das escavações, além de material coluvionar transportado e acumulado. Também se registra pequenas amostras minerais como o quartzo, turmalinas, micas e feldspatos que são transportados quando há fortes precipitações de chuvas (Figura 13).

Figura 13 - Rejeito de escavação de antiga lavra em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

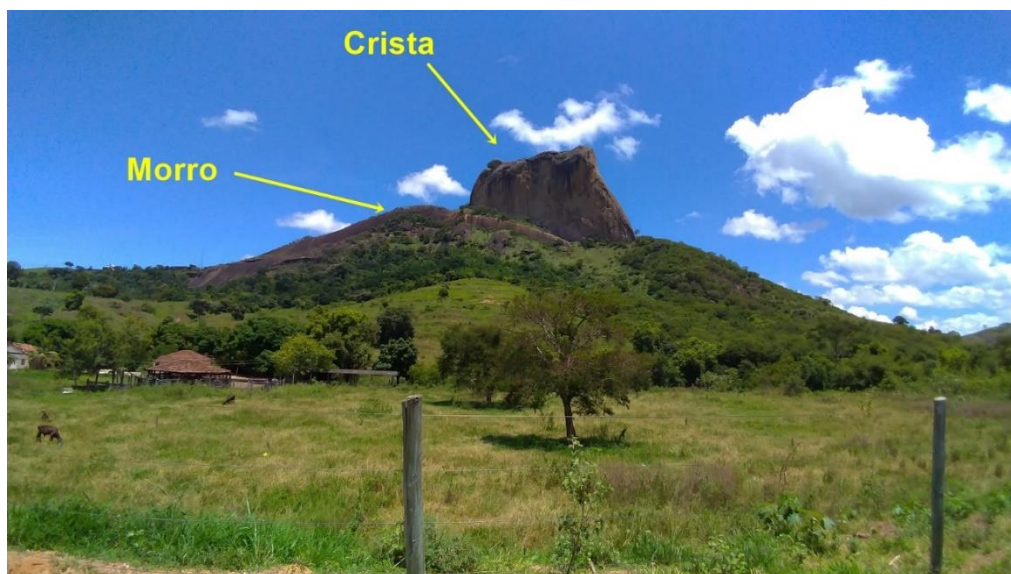
A inclinação da vertente tem papel importante nesse processo, visto que esses minerais são transportados das partes mais altas para as partes mais baixas. Na localidade de Sete Pedras há a presença de pegmatitos que podem caracterizar-se como distritos mineralizados com potencial exploração de minerais de qualidade gemológica e industrial.

4.2 GEOMORFOLOGIA

4.2.1 Geomorfologia Regional

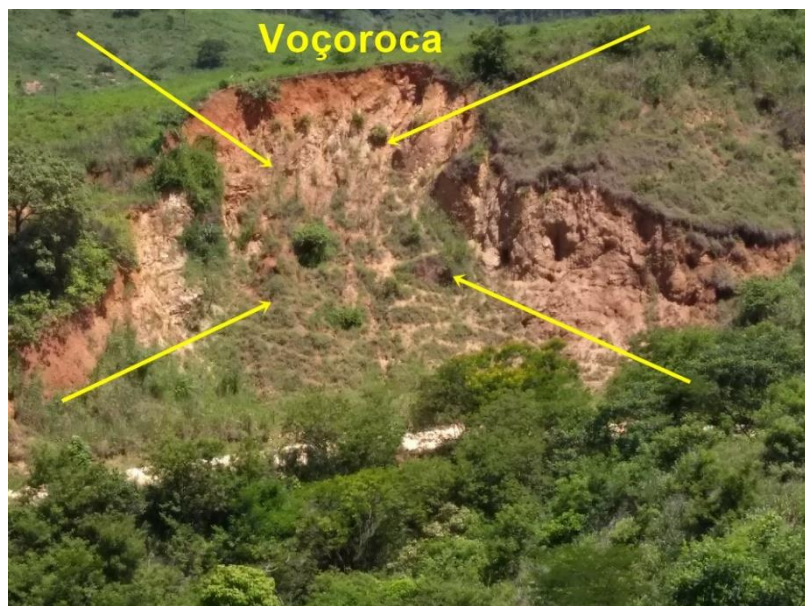
O Mapa Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010), apresenta, entre outros, a influência das unidades geológico/ambientais e das formas de relevo nas adequabilidades e potencialidades dos recursos minerais. O relevo do Granito Caladão é tipicamente de morro do tipo pão de açúcar e com domínios baixos e em forma de lajedo. A formação Tumiritinga apresenta uma topografia de morros baixos com cristas agudas (Figura 14) e encostas arestadas com intensa erosão e voçorocas resultantes de processos naturais (Figura 15).

Figura 14 - Morro apresentando crista.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 15 - Encosta com voçoroca.



Fonte: Acervo do autor.

Os terrenos gnáissico-migmatíticos, em sua maioria alterados são caracterizados por espessos perfis de solo sujeitos a voçoramentos e a escorregamento, sobretudo nas áreas de declividade mais elevada (amplitude de relevo superiores a 20 metros e declividade acima de 20°).

Em Sete Pedras estão presentes, pontões, vertentes, escarpas e rampas de colúvio, formações topográficas em locais de relevo residual e não aplainados, granitoides em forma de pães de açúcar, caracterizam o relevo local dissecado (Figura 16).

Figura 16 - Vista da região de Sete Pedras caracterizando o relevo dissecado.



Fonte: Acervo do autor.

4.2.2 Geomorfologia da área de estudo

A região de Sete Pedras apresenta uma área de relevo ondulado com formas convexas e alongadas e de cotas baixas nos morros e colinas, atingindo em média 250 a 300 metros.

As cotas mais elevadas seguem direção NE – SW, com vales encaixados resultantes da dissecação fluvial. De acordo com a CPRM (2000) as feições de dissecações estão passando por um processo de retrabalhamento no ciclo atual.

A planície aluvionar existente na área de estudo é alimentada pelas diversas linhas de drenagens pluviais, existindo também presença de terraços fluviais bem definidos entre os colúvios e os aluviões (Figura 17).

Figura 17 - Área de dissecação fluvial em Sete Pedras.

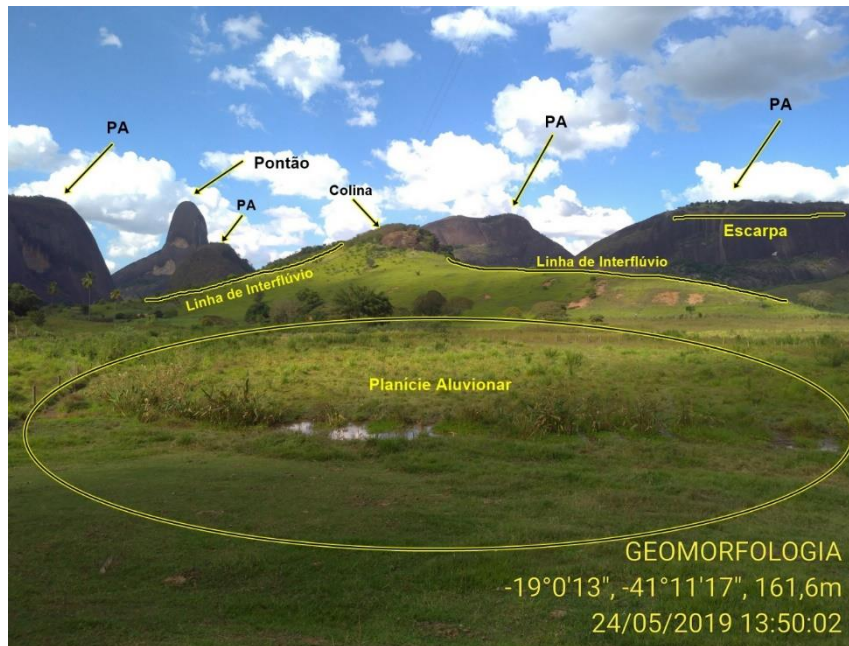


Fonte: Acervo do autor.

Esses terraços fluviais, em sua parte mais alta, são utilizados para a construção de estradas não pavimentadas, as vicinais, que se ligam as vias principais, e também é onde se constroem a maioria das propriedades.

Os aluviões então bem delineados dentro da área de estudo, formados por materiais detríticos que são carreados por processos como o intemperismo, erosão e transporte. As vertentes e suas inclinações influenciam na formação desse ambiente de deposição formando áreas de planícies aluvionares (Figura 18).

Figura 18 - Formação de planície aluvionar em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

A influência de unidades geológico/ambientais no município de Goiabeira-MG faz com que existam o predomínio de granitóides peraluminosos, chapadas e platôs, superfícies aplainadas degradadas, pontões, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas, morros baixos, serras baixas, montanhoso, escarpas serranas, degraus estruturais, rebordos erosivos e vales encaixados (CPRM, 2000) (Foto 19).

Figura 19 - Vista das características do relevo de Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

Segundo Mendes et al. (2014) os matacões são corpos separados por processos físico-químicos, do afloramento rochoso ao qual se encontravam, remanescentes dos processos de alteração superficial.

Em um ponto da área de estudo, há matacões posicionados no terço inferior da vertente dos granitoides e que sofreram o processo de intemperismo com esfoliação esferoidal tendo sido retirado o solo residual que existia entre eles (Figura 20).

Na mesma formação rochosa, aproximadamente uns 30 metros de distância desses matacões, existe uma rampa de colúvio, no entanto, não se percebe a existência de matacões (Figura 21).

Figura 20 - Matacões que sofreram esfoliação esferoidal.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 21 - Rampa de colúvio sem a presença de matacões.



Fonte: Acervo do autor.

Em Sete Pedras, o solo em decorrência do gradiente das encostas é pouco desenvolvido, predominando perfis de solo como horizonte A sobre rocha e de A, B, C poucos desenvolvidos conforme mostrado em uma lavra na região de Sete Pedras.

No perfil A, além da vegetação é comum a existência de material detrítico transportado do terço superior da colina para o ambiente de deposição, no perfil B, o solo é mais argiloso e no perfil C, onde a alterita da rocha é predominante, há indícios de pegmatito alterado, indicando possíveis ocorrências minerais (Figura 22). Por estar inserido no Granito Caladão, Goiabeira apresenta rochas microclina de granito porfírico, com presença de neossolo litólico e cambissolo.

Figura 22 - Perfil do solo em uma lavra na região de Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

As alterações do solo serão muito susceptíveis à erosão, originando solos argilo-siltico-arenoso que liberam poucos nutrientes (MAPA GEODIVERSIDADES DO BRASIL, CPRM, 2010). O solo com menor teor de argila aumenta a ocorrência de erosões como sulcos e ravinas em determinadas áreas, as intervenções antrópicas também contribuem para acelerar essas erosões (Figura 23).

Figura 23 - Solo erodido.



Fonte: Acervo do autor.

A retirada e transporte de materiais detríticos poderá ter como consequência, acumulação desses materiais fazendo com que surjam depósitos de minerais que se tornam visíveis decorrentes de ações erosivas (Figura 24).

Figura 24 – Depósito de quartzo em ambiente de deposição em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

Esses materiais permanecem no local, formando solos coluvionares, consequência das condições locais de ângulos das vertentes, precipitação de chuvas e tipo de cobertura vegetal.

É comum a presença de rampas de colúvio, demonstrando que os minerais sofreram um processo lento de transporte (solifluxão) vindo a se depositar nos sopés das elevações e encostas (Figura 25).

Essas rampas de colúvio quando continuamente mecanizados por maquinários pesados, compactam-se excessivamente o que acarreta impermeabilização e aumento do processo de erosão hídrica na base da vertente.

Figura 25 - Formação de colúvio em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

A hidrografia é caracterizada pela existência de córregos efêmeros conforme observado em épocas distintas do ano. Nos períodos de poucas chuvas permanecem secos e nos períodos das chuvas ficam cheios (Figuras 26 e 27).

Figura 26 - Córrego seco.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 27 - Córrego cheio.



Fonte: Acervo do autor.

Os processos de rastejo (creeping) são muito comuns na área e considerando ser uma região que tem na criação de gado, um meio de subsistência, o pisoteio do gado acaba contribuindo para sua evolução. Nota-se também, a existência de um anfiteatro (*hollow*) côncavo-plano, onde há a formação de depósitos coluvionar e aluvionar (Figura 28).

Figura 28 - Reentrância de um anfiteatro (*Hollow*) em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

A região de Sete Pedras apresenta possibilidades de formações de depósitos minerais em aluviões (placers), uma vez que as condições geológicas e geomorfológicas da área contribuem para o transporte e a concentração das substâncias úteis nesses depósitos de modo que os mesmos se depositem nos ambientes de deposição existentes.

A localização geográfica de Sete Pedras (MG), dentro da Província Pegmatítica Oriental do Brasil que é conhecida como uma das maiores produtoras de minerais com qualidade gemológica, também contribui para a existência de jazimentos minerais, sendo os minerais de interesse gemológico mais resistentes e preservados.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

Demek (1967) apud Cunha et al (2003), afirma que o mapeamento geomorfológico tem se tornado o principal método para o estudo e a pesquisa geomorfológica. Em se tratando de atividade minerária, muitos fatores devem ser levados em consideração, principalmente a segurança do empreendimento, equipamentos e o seu local de instalação. Balatka e Sladek (1967) apud Cunha et al (2003) consideram que o mapeamento geomorfológico tanto resolve uma série de problemas geomorfológicos práticos como evita a ocorrência destes, principalmente através da indicação de áreas favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento das atividades humanas.

A exploração de recursos minerais é importante e um planejamento técnico trará muitos benefícios, otimizando assim os custos de operação. Conhecer o terreno em que se irá implantar uma operação de exploração é fundamental para o sucesso de um empreendimento de exploração mineral. Hart (1986) aborda que diversos são os recursos minerais extraídos na natureza, principalmente em depósitos aluvionares e o mapeamento de depósitos minerais é uma das áreas que pode ter a contribuição da geomorfologia. Para ele, a exploração dos recursos minerais tem que levar em consideração a avaliação geomorfológica da área em que se quer explorar esses recursos.

Ross (1990) vê nas diferentes combinações de relevo resultados dos processos endógenos e exógenos que são atuantes no planeta. As formas que apesar de parecerem estáticas, são dinâmicas e constantemente, sofrem e promovem ações e reações em relação aos elementos da paisagem. Quando o assunto é o estudo das vertentes, Christofolletti (1980) traz a sua importância geológica em que o conhecimento e a compreensão dos processos atuais levam-nos a interpretar os ambientes antigos e os fenômenos que atuam sobre as vertentes regulam o tipo de material a ser fornecido. O autor ainda traz que estudar as redes de drenagens possuem relevância na geomorfologia, uma vez que leva à compreensão e elucidação de questões geomorfológicas, pois os cursos de água são processos morfogenéticos importantes na esculturação do relevo.

Hubp (1988) apresenta que “os depósitos de placeres são formados pelo intemperismo das rochas com conteúdo mineral valioso, entre eles: ouro, diamante, cassiterita, ilmenita, rutilo, platina, cinábrio, zircão, corindon, granada, topázio, tântalo, wolfrâmio, terras raras, cristal-de-rocha, âmbar, opala e calcedônia. Os placeres aluviais são subdivididos de acordo com as formas de relevo onde estão localizados: banco, canal, planície aluvial, terraço e delta. As dimensões longitudinais dos placeres nos vales fluviais variam de alguns metros a 15 km em casos excepcionais.

Baseado nos conceitos elementares da geomorfologia fluvial, as porções dos vales de rios, onde ocorrem a acumulação de material detrítico, são as mais favoráveis de serem exploradas. O processo de formação de aluviões pode ser entendido quando os princípios da geomorfologia fluvial são conhecidos: dinâmica da erosão e acumulação, evolução das formas de relevo, etc.

As zonas de acumulação nos vales com potencial mineral seriam as mais favoráveis para exploração. Mas devemos considerar que os regimes climáticos e tectônicos não são constantes, portanto, os estudos devem levar em conta esses fatores.

Hubp (1988) orienta que a busca por depósitos de placeres deve começar com um grande território procurando se estabelecer as áreas mais favoráveis para exploração e identificar as características do relevo como vales fluviais e sedimentos

não consolidados, sendo os resultados úteis porque facilitam a exploração em outras áreas.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa consistiu principalmente na realização de trabalhos de campo na área de estudo. Em um primeiro campo, através de caminhada se buscou localizar áreas com indícios de ocorrências minerais, usando como referência as imagens obtidas de satélites. Um segundo campo teve como objetivo a ida as áreas elevadas da região, buscando localizar ocorrências minerais e registrar os processos geomorfológicos. No terceiro campo, o objetivo foi conferir as informações produzidas em mapas, percorrendo de carro, as estradas vicinais, onde foi possível ajustar essas informações.

Para o registro dessas informações foram utilizadas máquinas digitais fotográficas e filmadoras, celulares, GPS, recolhimento de amostras minerais, consultas a banco de dados abertos públicos e privados, informações literárias sobre a região e consultas a obras publicadas sobre o tema.

O propósito foi identificar áreas fontes potenciais identificadas em locais de exploração mineral conhecidas e, a partir de suas localizações, traçar rotas prováveis para os fluxos de materiais carreados naturalmente pelas linhas de drenagens flúvio-pluviais, possíveis depósitos detríticos de base de vertentes e barramentos de canais na forma de soleiras lito-estruturais condicionadoras de desenvolvimento de planícies aluvionares.

Foi utilizado o mapeamento geológico feito pelo Ministério de Minas e Energia em parceria com a Secretaria de Minas e Metalurgia do Estado de Minas Gerais e a CPRM, folha Itabirinha de Mantena – SE.24-Y-A-V, escala 1:100.000, Vieira (1997). A partir da coleta de dados em campo, informações de GPS e imagens de satélites foram gerados por meio do Software ArcGis 10.3.1, os mapas apresentados no presente trabalho que serviram para interpretar os resultados obtidos. A escala adotada foi 1:10.000 mostrando uma maior riqueza de detalhes.

O mapa de curva de níveis foi gerado a partir de dados SRTM extraídos do Topodata/INPE, sendo gerado um mosaico das duas folhas e depois criado um shapefile poligonal da área de estudo. Após usou-se a ferramenta *aspect* e convencionado curvas de 10 metros.

O mapa hipsométrico foi construído a partir do mapa de curvas de nível de 10 metros, sendo gerado um *TIN* que depois foi convertido em um raster, as classes de altitudes foram divididas em seis intervalos, discriminados por diferentes cores, onde as quentes representam as maiores altitudes e as frias as menores altitudes.

Quadro 1 – Intervalos Hipsométricos da área de estudo

Intervalos
170 m – 208 m
208 m – 251 m
251 m – 305 m
305 m – 369 m
369 m – 450 m
450 m – 550 m

Fonte: SRTM.

Nota: Dados adaptados pelo autor.

O mapa hidrográfico de Sete Pedras foi gerado a partir de interpretação, uma vez que na área existem córregos efêmeros. Utilizou-se imagem do Google Earth e usado um formato de armazenamento de dados de vetor (*shapefile*) do IDE-SISEMA do Estado de Minas Gerais. No ArcGis, se sobrepôs o shapefile na imagem do Google Earth e com a ferramenta *edit* foi sendo redesenhado o caminho desses córregos.

O mapa de declividade foi gerado utilizando-se a ferramenta *slope* e classificado em seis intervalos de inclinação em graus. As curvas de nível mostraram

a inclinação suave do terreno que tem papel importante na formação do relevo e no transporte dos materiais detríticos.

Quadro 2 – Intervalos de inclinação das vertentes

MAPA DE DECLIVIDADE
Intervalos de inclinação em graus
0° - 5°
5° - 10°
10° - 15°
15° - 30°
30° - 45°
45° <

Fonte: SRTM.

Nota: Dados adaptados pelo autor.

O mapa geomorfológico foi gerado a partir do mapa sombreado e do mapa de declividade, tendo sido usado ainda uma imagem do Google Earth para ajudar na interpretação dos elementos a serem mapeados. A escala utilizada foi a de 1:10.000 facilitando a interpretação com mais riquezas de detalhes.

Mapeou-se as feições lineares como as linhas pluviais, os divisores de águas, as escarpas, os limites dos terraços fluviais e os interflúvios. Processos morfodinâmicos como creep, ravinas e voçoroca, na parte de uso e cobertura da terra, as jazidas minerais e a vegetação, os materiais de superfície como as faces rochosas, matacões, colúvio e aluvião e a hidrografia como os canais pluviais, fluviais e massas d'água. No total foram mapeados 8 Km² na região de Sete Pedras (MG).

A geração do mapa de fluxo detrítico foi feita a partir da combinação do mapa de sombreamento com o mapa de declividade, todos produzidos no ArcGis 10.3.1. Através de interpretação da geometria das vertentes, traçou-se setas indicando a direção do fluxo detrítico.

Os estudos se desenvolveram em área com atividade prévia iniciada já há quase uma década a partir de trabalhos de escavações que apresentaram a formação de veios de pegmatitos com texturas faneríticas de granulação média e que ocorrem em geral próximo à base das rochas intrusivas, sugerindo a formação de minerais de grande tamanho, cristalizados e bem desenvolvidos como as turmalinas e berilos, decorrente da alta fluidez do magma rico em voláteis (fase pneumatolítica) (Figuras 29 e 30).

Figura 29 - Veio pegmatítico.



Fonte: Acervo do autor.

Figura 30 – Veio pegmatítico.



Fonte: Acervo do autor.

Os trabalhos se desenvolveram de forma manual e o objetivo foi chegar na antiga jazida. Após se escavar, cerca de 20 metros foi encontrada uma jazida de ilmenita, um mineral de densidade alta e de utilização industrial.

Em outro ponto, cerca de 670 metros de distância do Garimpo do Beija-Flor e a 120 metros de altitude foi encontrado um grande pegmatito, com ocorrências minerais como turmalinas, berilos, quartzo e espodumênio. Esse pegmatito está localizado no terço superior do morro encostado num granitóide. No caso do espodumênio e suas variedades, os grandes depósitos estão localizados em regiões próximas a região de Sete Pedras. (Figura 31).

Figura 31 - Pegmatito do garimpo do marimbondo em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

Segundo Branco (2008), Gema, é uma substância gemológica que, por sua raridade, beleza e durabilidade, é usada como adorno pessoal, sendo na sua maioria minerais.

Antes de se iniciar uma exploração, testou-se a qualidade gemológica dos minerais do Garimpo do Beija-Flor. Minerais como o quartzo e suas variedades, rosa

e fumê, berilos e turmalinas foram então lapidados, sendo satisfatório o resultado obtido quanto a qualidade. O método utilizado foi não destrutivo, as gemas apresentaram boa reflexão e refração, inclusões vistas à lupa de 10x, diáfaneidade transparente e translúcida,.

O processo de lapidação foi todo manual com bancadas semelhantes as usadas pelos antigos lapidadores de Minas Gerais. Esse processo incluiu escolher um mineral, que por suas qualidades pudesse ser lapidado. O processo de lapidação teve 4 fases: corte, debastamento, facetamento e polimento e foram utilizados diversos insumos como pó diamantado, lacre e pó diferenciado para cada tipo de mineral que foi polido (Figura 32).

Figura 32 - Quartzo rosa lapidado do Garimpo do Beija-Flor.



Fonte: Acervo do autor.

Em parceria com o Ourives Nilton Costa Neres, os minerais lapidados foram usados como adornos em joias, dessa forma além de testar a qualidade gemológica também foi agregado valor a eles (Figura 33).

Figura 33 - Pingente em prata adornado com quartzo fumê do Garimpo do Beija-Flor.



Autor: Nilton Costa Neres, ourives.

7. RESULTADOS

A região de Sete Pedras apresenta predominantemente tipos de relevo como rampas, colinas, morrotes e morros com encostas. Existem pequenos córregos que são alimentados em épocas de chuvas e uma grande área de declividade baixa onde são formados os ambientes de deposição. O material produzido a partir da Pedra do Garrafão, se distribui sobre um leito de rio ou um sistema fluvial que vai em sentido a SW.

Em Sete Pedras, segundo os garimpeiros locais, houve um trabalho de escavação na década de 90. Nessa época foram encontrados minerais como turmalinas, citrinos e o quartzo rosa.

O túnel dessa antiga lavra foi feito no terço inferior da Pedra do Garrafão, tendo sido escavados aproximadamente 50 metros em direção à vertente, dentro de rochas alteradas e descaracterizadas (alterita) (Figura 34).

Figura 34 - Garimpeiro no antigo garimpo em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

Nos aluviões da área estudada, nota-se indícios de ocorrências minerais que podem tratar-se de depósitos minerais e se observa em determinados pontos, gargalos que possivelmente servem de armadilhas (trapps) para os minerais que são transportados pelos processos geológicos e geomorfológicos e esses locais podem ser potenciais depósitos minerais. Análises in loco constataram a presença de areia, argila e cascalho.

As encostas da área de estudo são suscetíveis aos fluxos detríticos que se convergem ao ambiente de deposição, formando planície aluvionar, rampas de colúvio e campos de matacões.

Processos geológicos e geomorfológicos ajudam a impulsionar esses fluxos detríticos, assim como queda de materiais detríticos das escarpas. As inclinações das encostas favorecem esses processos que se deslocam até o fundo do vale em Sete Pedras e durante essa movimentação, materiais detríticos são incorporados em sua

trajetória como areia, silte, argila e restos vegetais¹. No caso da área de estudo o mecanismo atuante que dá início a esse fluxo são as fortes chuvas que ocorrem no período de outubro a março.

Nas áreas de matacões observa-se pequenas ocorrências de minerais como o quartzo e o feldspato. As rochas expostas são suscetíveis às ações de intemperismos em decorrência de processos físicos e químicos, fazendo com que sejam alteradas, liberando assim os minerais que as compõem. Esses minerais são transportados, distribuídos e depositados pelos agentes de transportes e erosivos (Figura 35).

Figura 35 - Rochas expostas suscetíveis às ações do intemperismo.



Fonte: Acervo do autor.

As mudanças locais e regionais na construção de vales fluviais e suas relações com diferentes tipos de placeres de acordo com o caráter do desenvolvimento neotectônico, as condições de formação e o tipo de placeres podem mudar substancialmente e dependem, em grande parte, de circunstâncias geomorfológicas-estruturais e hidrológicas, locais e regionais (KOSTENKO, 1975).

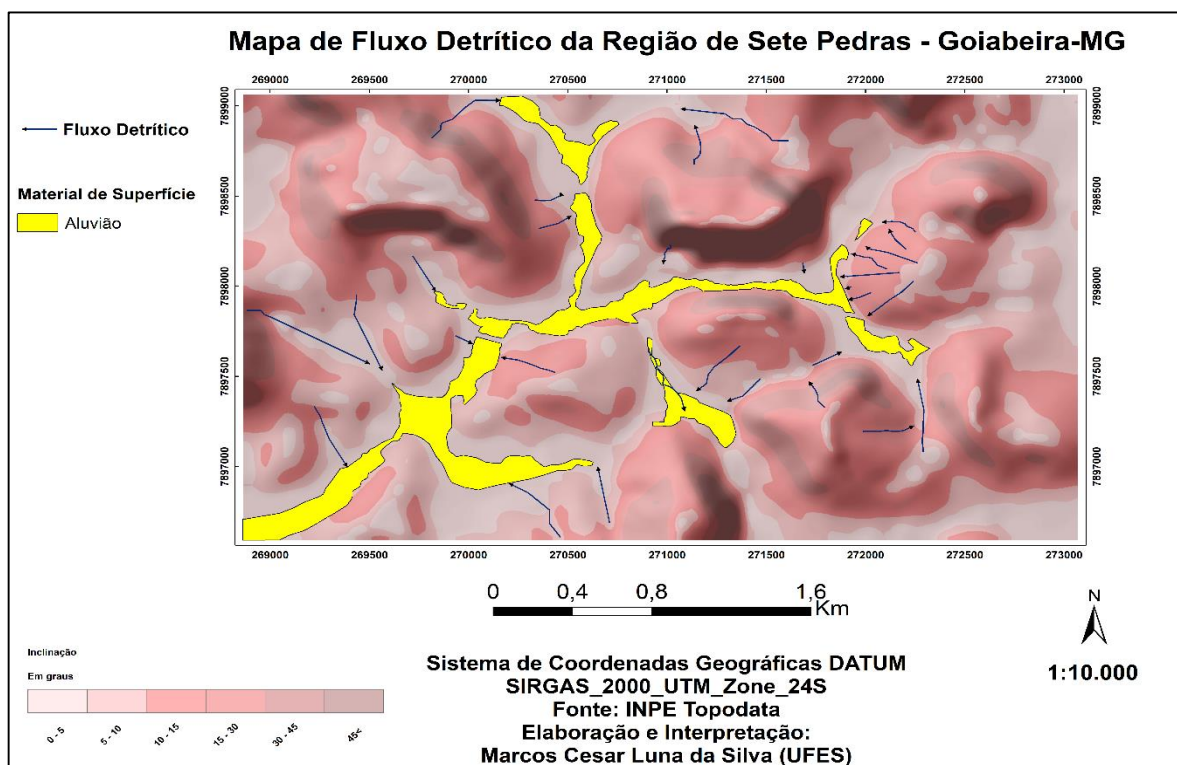
¹ **Avelar**, A. S., **Lacerda**, W. A., & **Netto**, A. L. C. / Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 7, Nº 1 (2006).

Assim, a conjugação de fatores regionais (principalmente os movimentos tectônicos) determina o possível tipo de placeres, enquanto os fatores locais influenciam a concentração de minerais e as dimensões do placer².

Placeres de vale são muitas vezes formados pelo desenvolvimento regional de um rio que possui uma modelagem com perfis equilibrados e baixa potência de deslocamento pelo vale fluvial, além de uma intensa erosão que ocorre em sua parte superior e no meio da corrente e também formando no terraço e no leito do rio³.

O mapa de fluxo detrítico (Figura 36) demonstra que esses fluxos convergem nas áreas de deposição formando planícies aluvionares. Esses fluxos são iniciados a montante dos morros e colinas e durante o processo de transporte vêm trazendo materiais detríticos. As setas traçadas indicam os caminhos associados principalmente aos locais de concentração de fluxo condicionados pela geometria do conjunto de vertentes. (Figura 37).

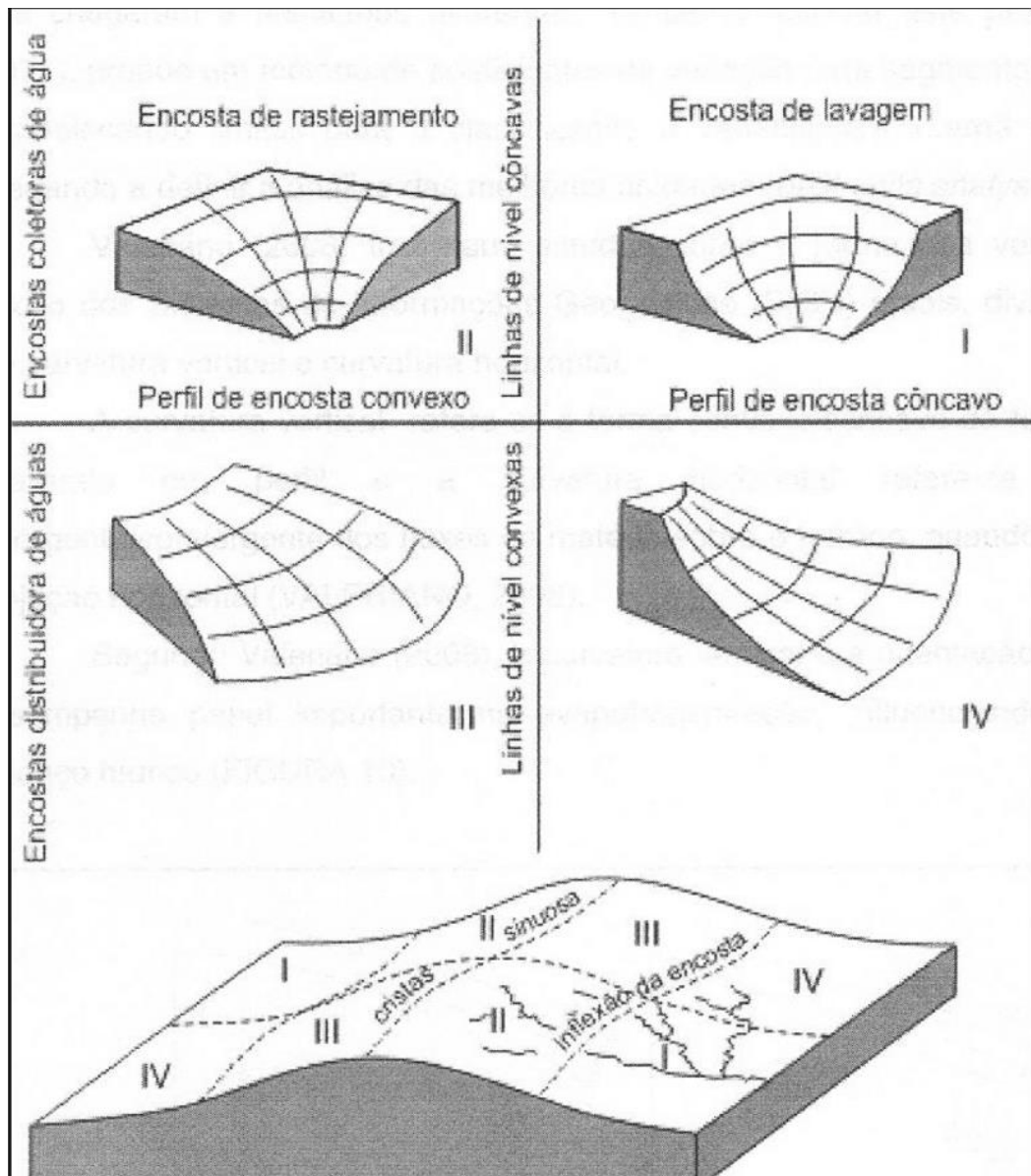
Figura 36 - Mapa de Fluxo Detrítico da Região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.



² **KOSTENKO**, Natalia Petrovena. Geomorfologia Estructural Aplicada. Instituto de Geografia de La UNAM. 1975.

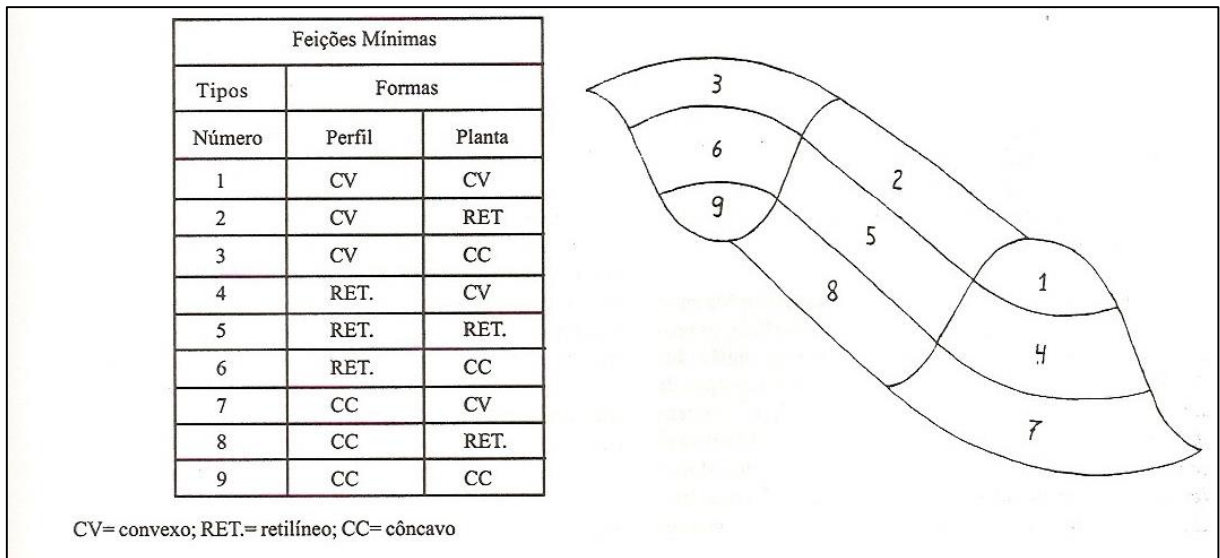
³ Ibidem. p. 29.

Figura 37 - Classificação das vertentes de acordo com a forma geométrica e os processos operantes.



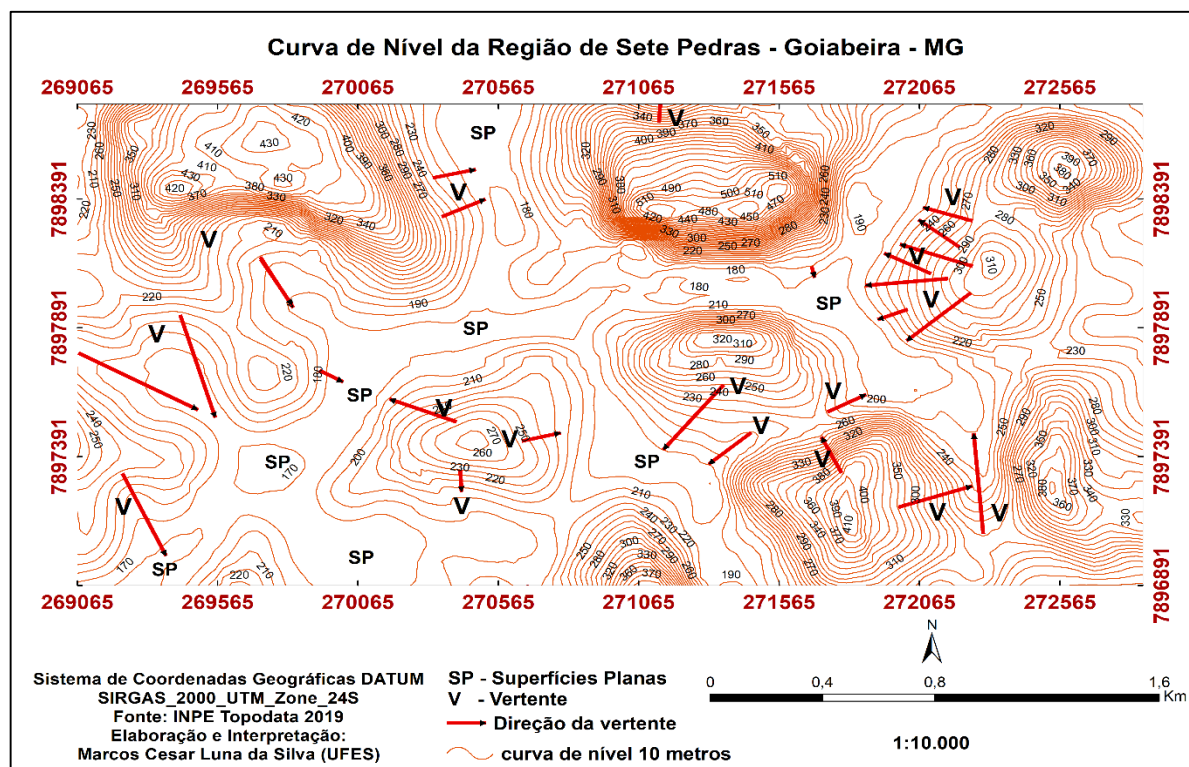
Fonte: (Troeh, 1965 apud Bloom, 1996)

Colangelo (1989) apresenta nove tipos de vertentes, associadas aos tipos de fluxos hídricos, que levam a uma correta interpretação dos dados obtidos quanto ao clima (zonal, regional e local), embasamento rochoso (litologia e estrutura) e formações superficiais (elúvios, colúvios e alúvios). Em 1995, de acordo com sua proposta os fluxos hídricos de superfície, resultaram da adoção parcial do modelo de feições mínimas, dividindo esses fluxos hídricos superficiais em três domínios – dispersão (feições de 1 a 4), transição (feição 5) e concentração (feições 6 a 9) – com a mesma subdivisão em nove fluxos correspondentes aos tipos de formas de vertente, resultantes da combinação de sua geometria em planta e perfil (Figura 38).

Figura 38 – Quadro de Classificação dos fluxos hídricos superficiais.

Fonte: Colangelo (1989)

A análise do mapa das curvas de nível de 10 metros da região de Sete Pedras (Figura 39), mostra predominantemente curvas de nível afastadas demonstrando a inclinação suave do terreno que têm papel importante na formação do relevo e no transporte de materiais detríticos.

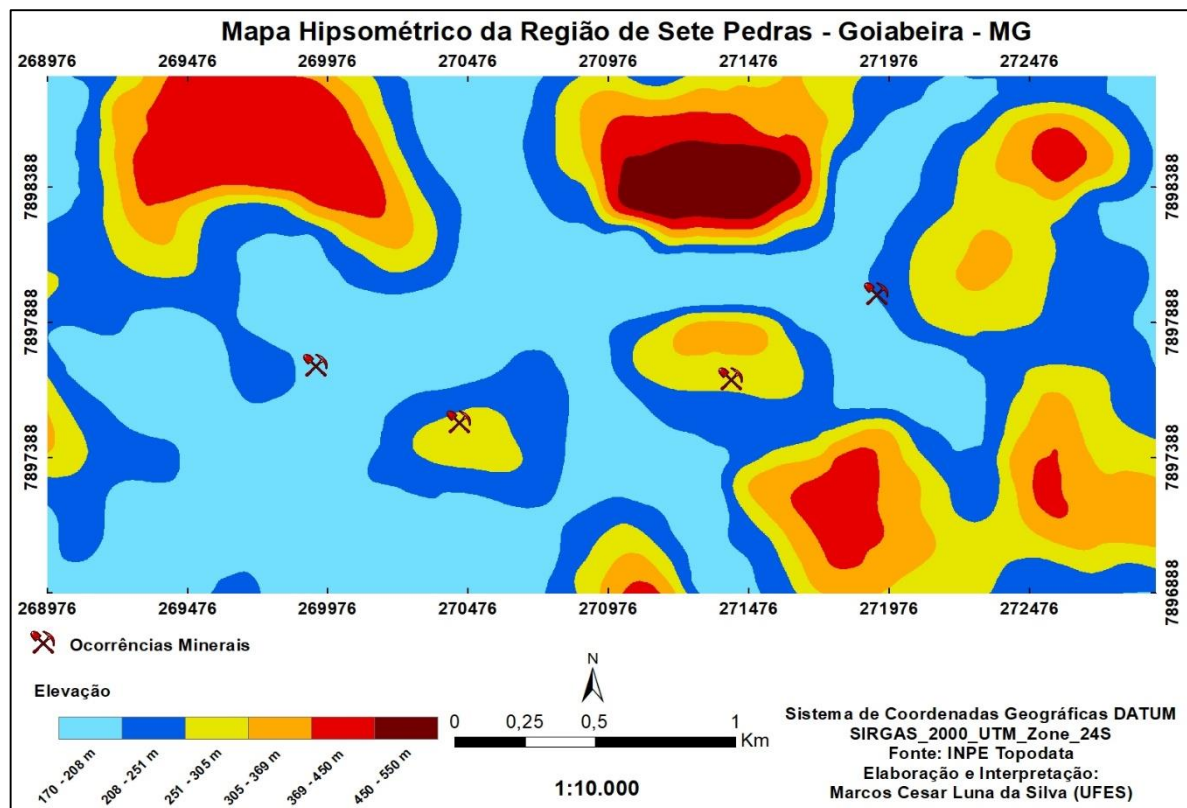
Figura 39 - Mapa de curvas de nível de 10 metros da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.

É possível ainda verificar, superfícies planas, divisores de água, encostas acentuadas, *hollow*, grandes anfiteatros erosivos presente sobre às vertentes das formas e que são feições associáveis às cabeceiras de drenagens, e escarpas. As vertentes, através dos seus gradientes de inclinação e geometria, nos mostram para onde vertem as águas pluviais, dessa forma é possível acompanhar o processo erosivo atuante sobre as rochas, solos e as coberturas vegetais.

A topografia da região em estudo também contribui no transporte do material erodido, uma vez que os ângulos das vertentes vão determinar de acordo com a força da gravidade, a distribuição ou concentração do material transportado.

No mapa hipsométrico a altitude varia de 170 a 550 metros (Figura 40). Na faixa de altitude entre 170 a 305 metros há predominância de granitoides, sendo encontrados depósitos de pegmatitos explorados com ocorrências de quartzo, feldspato, berilo, espodumênio e turmalinas.

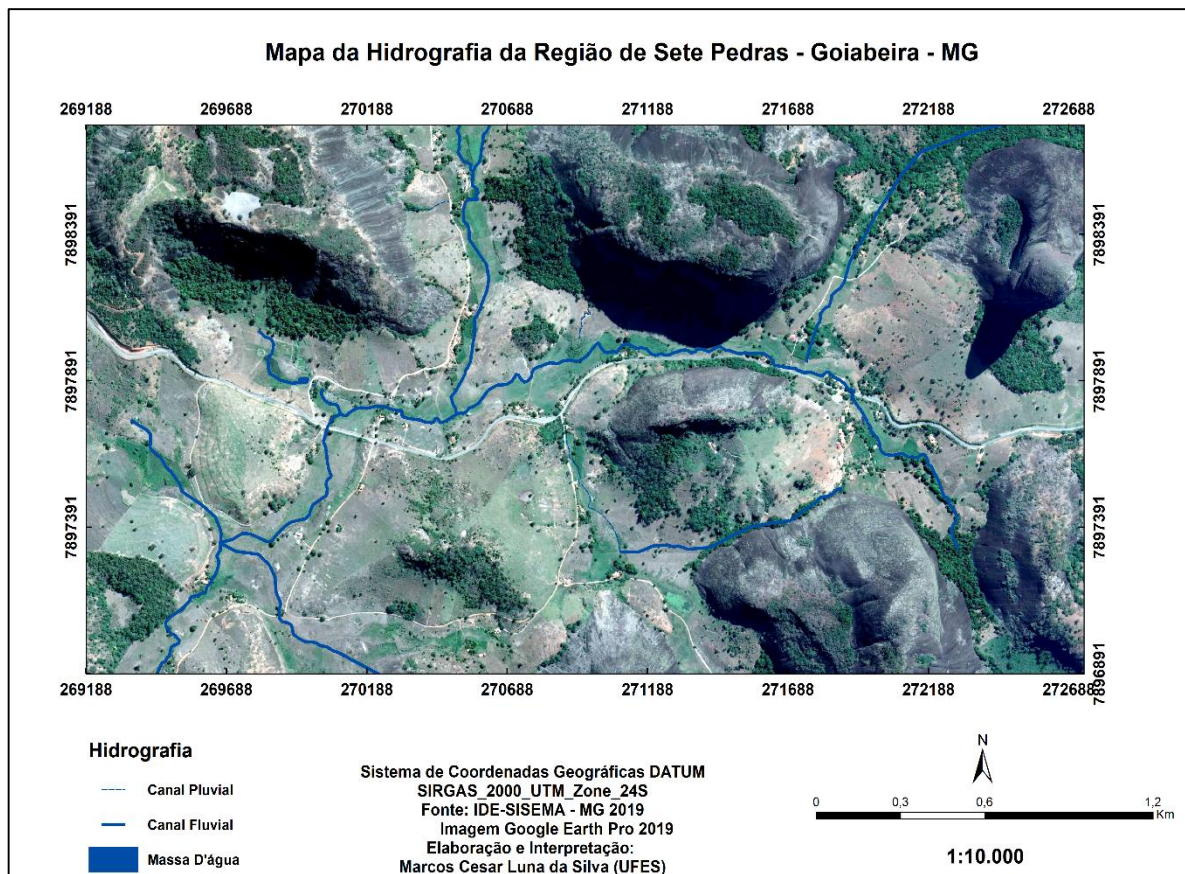
Figura 40 - Mapa hipsométrico da região de sete Pedras – Goiabeira-MG.



Ainda é possível observar que a faixa de altitude que varia de 170 a 208 metros tem a maior predominância, proporcionando a formação de ambientes de depósitos dos sedimentos que são transportados.

O mapa de representação hidrográfica da região de Sete Pedras (Figura 41) apresenta linhas de drenagens fluviais detríticas representando pequenos córregos efêmeros. Essa situação está relacionada as inclinações das vertentes que são suaves e maiores, apresentando uma densidade de drenagem baixa. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 41 - Mapa de representação hidrográfica da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.



É possível notar áreas alagáveis nas planícies aluvionares, assim como pequenas massas d'água e também tanques de peixes feitos pelos moradores locais e os mesmos permanecem cheio de água o ano todo. Não se deve descartar que esses locais possam ter sido cavidades antigas relacionadas à atividade de mineração (Figura 42).

Figura 42 - Planície aluvionar com área de alagamento em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

O mapa de declividade (Figura 43) da região de Sete Pedras, apresenta uma topografia predominante das classes de declividades entre 0° - 5° a 15° - 30°, com pequenas áreas acima de 45°.

Essa distribuição de declividade influenciará na regulação do material fornecido pelas vertentes e que se acumularão nelas próprias ou nos ambientes de deposição situados nas planícies e fundos de vales.

A declividade menos acentuada fará com que a água tenha uma boa infiltração, influência na formação de solos com camadas mais espessas e contribuindo no processo erosivo.

O perfil longitudinal do eixo principal da planície aluvionar mostra uma variação de altitude com cota de 8 metros do ponto mais alto ao seu ponto mais baixo dentro da área de estudo (Figura 44).

Figura 43 - Mapa de declividade da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.

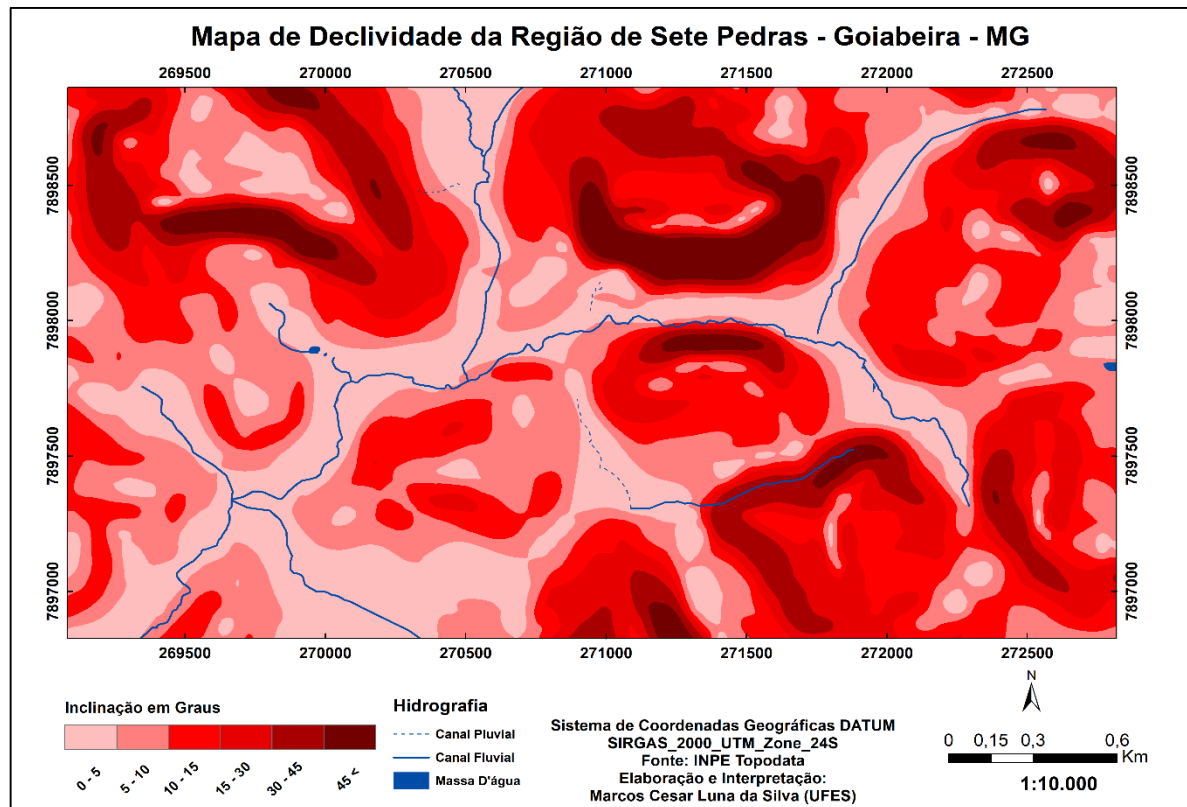
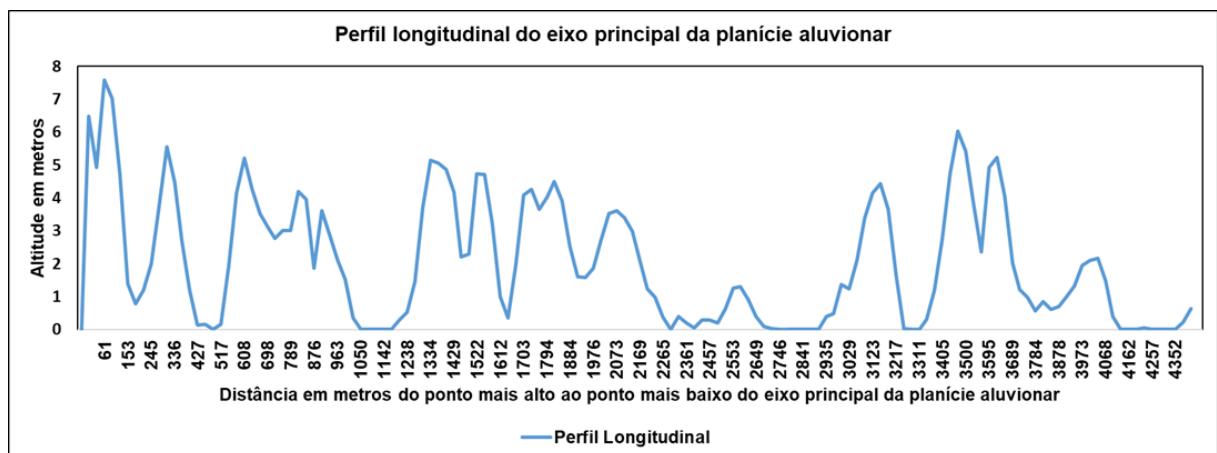


Figura 44 - Perfil longitudinal do eixo principal da planície aluvionar em Sete Pedras, Goiabeira - MG.



Fonte: SRTM.

Nota: Dados adaptados pelo autor.

O conjunto de declividades mostra um ambiente de aprisionamento de materiais vindo das vertentes, onde estão as rochas e alteritas de rochas, fornecedoras de material enriquecido de minerais. Nos conceitos mais recentes de geomorfologia, assemelha-se aos processos de etchplanção que passaram por

processos de alteração química profunda dos materiais de rocha, erosão e aplainamentos.

As declividades maiores dos morros estrangulam as áreas menos declivosas dos vales, sem que os cursos d'água tenham condições de aliviar (exportar) os sedimentos dos fundos dos vales pouco inclinados longitudinalmente.

Ao se percorrer as estradas vicinais, observa-se encostas cujas declividades são baixas e com muitas erosões, presença de matacões em conexão com uma grande extensão de planície aluvionar que é influenciada pelas vertentes laterais.

O mapa geomorfológico produzido no presente trabalho, demonstra que há a existência de quatro locais com indícios de ocorrências minerais, sendo duas em área de colúvio e outras duas a partir do terço médio dos morros em pegmatitos.

A análise do mapa geomorfológico traz uma relação entre os dados apresentados. A erosão das vertentes está associada à sua baixa inclinação, os córregos permanecem secos a maior parte do ano e quando chovem as linhas pluviais transportam materiais detríticos para os ambientes de deposição.

As escarpas sofrem denudação e os sedimentos vão se acumulando formando os colúvios e existem muitos interflúvios assim como divisores de água. Processos como ravinas e voçorocas se fazem presentes demonstrando que houve uma alteração na cobertura vegetal

Os aluviões se distribuem em sintonia com a posição dos granitoides e há presença de matacões em algumas áreas. As ocorrências minerais mapeadas estão localizadas em altitudes de até 305 metros conforme se observa no mapa hipsométrico, sendo possível que nas áreas de maiores altitudes tenham novas ocorrências.

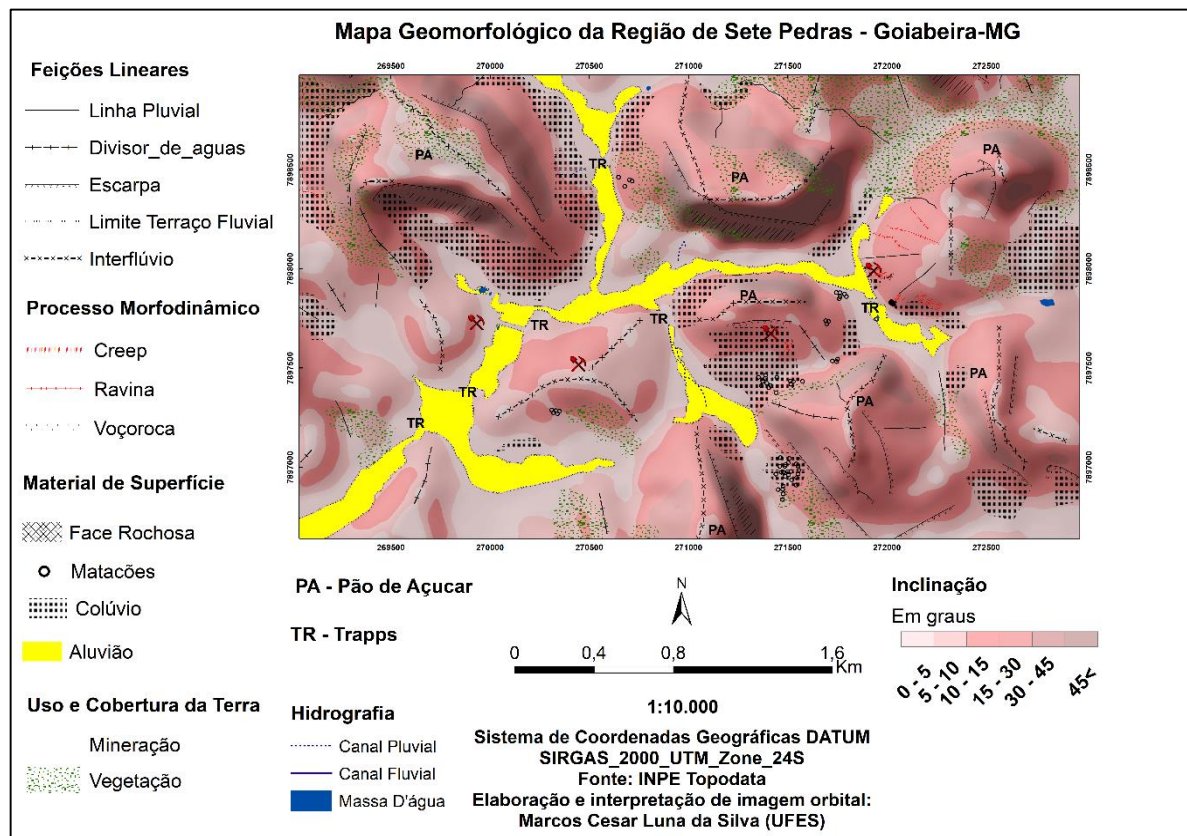
É possível identificar nesse mapa os pontos nos quais as linhas de drenagens apresentam-se estreitadas pelas estruturas marginais (blocos e morros rochosos) e áreas de súbito barramento transversal à linha de drenagem, condicionando à

montante desses obstáculos o surgimento de uma planície de remanso formado pelo depósito aluvionar acumulado.

A área em estudo apresenta sete granitoides, conforme mapeamento (Figura 45), sendo a maioria com formas do tipo pão de açúcar e que estão mais concentrados no setor leste do mapa.

Uma área de mineração chama a atenção no local, em um morro sem configuração para pão de açúcar, mas que há um pequeno afloramento no topo (parte central do mapa, segunda área de mineração de oeste para leste, entre dois pães de açúcar). Esse morro apresenta vertentes simétricas.

Figura 45 - Mapa geomorfológico da região de Sete Pedras – Goiabeira-MG.



Em 2011, em Sete Pedras, tem-se início um novo garimpo chamado Beija-Flor cuja abertura do túnel foi feita também no terço inferior do morro e o serviço avançou cerca de 150 metros (Figura 46).

Figura 46 - Túnel do Garimpo do Beija-Flor em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

Nos últimos anos, durante os trabalhos de escavação, muitos exemplares de minerais foram sendo extraídos do Garimpo do Beija-Flor, entre elas a turmalina schorlita (negra), o quartzo e suas variedades (rosa, fumê, citrino, hialino), feldspato, topázio, berilos, ilmenita entre outros (Figura 47).

Figura 47 - Quartzo (citrino) extraído em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

Há alguns anos, a rodovia LMG 774 era uma estrada de terra, sem pavimentação, aproveitando o terraço fluvial e moradores locais quando caminhavam sobre essa estrada, encontravam pequenos minerais, como exemplo um lote de pequenos berilos, quartzo e turmalinas encontrados em um ponto da estrada e que pode ter sido transportado do alto da colina para a parte baixa (Figura 48).

Figura 48 – Minerais encontrados durante a construção da LMG-774 em Sete Pedras.



Fonte: Acervo do autor.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu compreender a relação dos processos geológicos e geomorfológicos em um ambiente propenso à atividade de mineração e como se dá o uso e ocupação da terra, mostrando a importância da geomorfologia na atividade de mineração e que não se deve desconsiderar o relevo.

Os processos geológicos fazem com que as rochas sejam submetidas à ação do intemperismo biológico, físico e químico que farão grandes transformações nos minerais, principalmente nos feldspatos e nos anfibólios. Essa alteração dos tipos rochosos leva a liberação de constituintes minerais, que para isso contarão com os

agentes de transportes erosivos encarregados de transportar e depositar esses produtos⁴.

Esses materiais detríticos vão se acumulando ao longo da planície aluvionar e de acordo com a substância útil predominante, podem gerar depósitos minerais de qualidade. As condições geológicas e geomorfológicas da região de Sete Pedras, favorecem a atividade mineraria de placeres, sendo possível a identificação de depósitos potenciais de minerais tendo como contribuição a geomorfologia.

O uso das geotecnologias, favoreceu em muito as informações e tomadas de decisões, no entanto não se deve abrir mão do trabalho em campo, pois é nele que as informações são checadas e corrigidas, tornando assim confiáveis as ideias mostradas.

O estudo apresentado é um início para a localização de jazidas e de depósitos minerais nos ambientes de deposição de Sete Pedras (MG), a partir de pesquisas feitas nos locais de ocorrências minerais, buscando as rochas mães nos altos dos morros e identificar suas substâncias úteis que vão determinar os tipos de jazidas e de depósitos minerais que são gerados.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, Fernando F. **Recursos Minerais de Minas Gerais – História Geológica de Minas Gerais**. UFOP.

AVELAR, A. S., LACERDA, W. A., & NETTO, A. L. C. / **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, Nº 1 (2006).

⁴ **PEREIRA**, Ronaldo Mello. et al. **Minerais em Grãos: Técnicas de coleta, preparação e identificação**. São Paulo. Oficina de Textos. 2005.

BLOOM, Arthur Leslie. **Superfície da Terra. Série textos básicos de geociências.** São Paulo. Editora Edgard Blucher.1996.

BRANCO, Pércio de Moraes. **Dicionário de mineralogia e gemologia.** São Paulo. Oficina de Textos. 2008.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia.** 2ª Ed. São Paulo. Editora Blucher. 1980.

COLANGELO, A. C. (1989) Carta de Feições Mínimas. Anais do XIV Cong. Bras. De Cart., Gramado-RS, v. 2, pp. 375-380.

_____ (1995) Movimentos de massa na evolução geomorfológica das vertentes na área de São Luís do Paraitinga – SP. Tese de Doutorado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo – SP, 250p.

CORNEJO, C.; BARTORELI, A. **Minerais e Pedras Preciosas do Brasil.** São Paulo. Editora Solaris. 2010.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapas de Geodiversidade Estaduais.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

_____. **Programa levantamentos Geológicos básicos do Brasil.** Belo Horizonte. 1997.

CUNHA, C. M. L., MENDES, I. A., & SANCHEZ, M. C. / **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, Nº 1 (2003) 01-09.

DARDENE e SCHOBENHAUS. **Metalogênese do Brasil.** Brasília. Editora UnB. 2001.

DA SILVA, J. M. R. et al. **Levantamento de recursos naturais, volume 34: folha SE.24 Rio Doce**. In: PROJETO RADAMBRASIL, 1987, Rio de Janeiro (Bol. Técnico. Série Geologia, 1).

DEMEK, J. (Editor). **Handbuch der geomorphologischen Detailkartierung**. Ferdinand Hirt. Wien, 1976.

GLOSSÁRIO GEOLÓGICO ILUSTRADO. Disponível em: [<sigep.cprm.gov.br/glossario/>](http://sigep.cprm.gov.br/glossario/). Acesso em 05 mai. 2019.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico Geomorfológico**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

HART, Michael G. **Geomorphology Pure and Applied**. Allen & Unwin. 1986.

HUBP, José I. Lugo. **Elementos de Geomorfologia Aplicada (Métodos Cartográficos)**. Instituto de Geografia. México. 1988.

IDE-SISEMA. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em 19 mar. 2019.

INPE/TOPODATA - **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em 03 mar. 2019.

KOSTENKO, Natalia Petrovena. **Geomorfologia Estructural Aplicada**. Instituto de Geografia de La UNAM. 1975.

MEZZOMO, Maristela Moresco. **Aplicação do conhecimento geomorfológico: experiências desenvolvidas por alunos de graduação**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.187 – 196, 2012.

PEREIRA, Ronaldo Mello. et al. **Minerais em Grãos: Técnicas de coleta, preparação e identificação**. São Paulo. Oficina de Textos. 2005.

Portal da Geologia de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/>. Acesso em 15 ago. 2018.

Prefeitura Municipal de Goiabeira-MG. Disponível em: <https://goiabeira.mg.gov.br/>. Acesso em 02 mar. 2019.

Projeto Leste: **Folhas Conselheiro Pena/São Gabriel da Palha – SE.24-Y-CII/SE.24-Y-C-III (parte), escala 1:1000.000**. Maria José Resende Oliveira – Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM. 2000.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. **Geomorfologia ambiental e planejamento**. São Paulo. Contexto. 1990.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins / Kenitiro Suguio**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

Recursos Minerais de Minas Gerais On Line: **síntese do conhecimento sobre as riquezas minerais, história geológica, e meio ambiente e mineração de Minas Gerais** / Pedrosa-Soares, Antônio Carlos; Voll, Eliane; Cunha, Edson Campos (coordenadores). Belo Horizonte: Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE) – 2018.

TEIXEIRA, Wilson (Org.). **Decifrando a terra**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Normalização de referências: NBR 6023:2002**. UFES, Biblioteca Central. Vitória. EDUFES. 2015.

_____. **Normalização e apresentação de trabalhos científicos e acadêmicos**. UFES. Biblioteca Central. Vitória. EDUFES. 2015.

U.S. Geological Survey. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 19 mar. 2019.