



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



YASMINE LUIZA CARVALHO CRUZ

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL PRELIMINAR DOS IMPACTOS DA
MINERAÇÃO DE TOPÁZIO IMPERIAL NO DISTRITO DE RODRIGO SILVA,
OURO PRETO, MG**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Ouro Preto

2017

YASMINE LUIZA CARVALHO CRUZ

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL PRELIMINAR DOS IMPACTOS DA
MINERAÇÃO DE TOPÁZIO IMPERIAL NO DISTRITO DE RODRIGO SILVA,
OURO PRETO, MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Garcia Sobreira

Ouro Preto

2017

C957d Cruz, Yasmine Luiza Carvalho .
Diagnóstico Geoambiental Preliminar dos Impactos da Mineração de Topázio Imperial no Distrito de Rodrigo Silva, Ouro Preto, MG [manuscrito] / Yasmine Luiza Carvalho Cruz. - 2017.

59f.: il.: color; mapas.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Garcia Sobreira.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Ambiental.

1. Diagnóstico Geoambiental. 2. Mineração de topázio imperial. 3. Distrito de Rodrigo Silva, Ouro Preto, MG. I. Sobreira, Frederico Garcia. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 504

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas
Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental - CEAMB
Campus Universitário Morro do Cruzeiro-S/N - CEP:35400-000 Ouro Preto – MG
Brasil - Tel.: (31) 3559.1542 – e-mail: ceamb@em.ufop.br

Folha de Aprovação

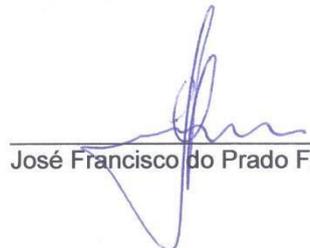
YASMINE LUISA CARVALHO CRUZ

DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL PRELIMINAR DOS IMPACTOS DA
MINERAÇÃO DE TOPÁZIO IMPERIAL NO DISTRITO DE RODRIGO SILVA,
OURO PRETO, MG

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 05/09/2017 pela
comissão avaliadora constituída pelos professores:



Frederico Garcia Sobreira– DEAMB/UFOP



José Francisco do Prado Filho – DEAMB/UFOP



César Falcão Barella– DEAMB/UFOP

AGRADECIMENTO

Agradeço ao professor Dr. Frederico Garcia Sobreira pela orientação, paciência e por todo conhecimento compartilhado.

RESUMO

Superada a desesperança portuguesa diante da dificuldade de mineração de ouro por volta de 1690, em 1772, o topázio imperial começa a ser minerado. A região de Rodrigo Silva, distrito de Ouro Preto, Minas Gerais, ganha notoriedade devido as grandes reservas de topázio. As características geológicas locais justificam a ocorrência do mineral na região, bem como o formato prismático e as cores tipicamente amarelas que podem variar até o vinho- vermelho, características que diferenciam o mineral encontrado na área. Após séculos de mineração, o patrimônio ambiental deixado no distrito, marcado pela atividade é caracterizado por erosões, e alterações morfológicas resultando na intensa degradação do meio físico. As minas na região encontram-se desativadas logo, o resultado da ação antrópica de séculos associado aos processos naturais potencializa os impactos ambientais negativos da localidade. Diante desse quadro, buscou-se um diagnóstico de parte do distrito de Rodrigo Silva, marcado pela ação mineradora, através de trabalho de campo e auxílio de softwares para que fosse possível entender a evolução ao longo do século de atividade mineradora. Desta forma, notou-se que as atuais condições ambientais do distrito de Rodrigo Silva estão marcadas pelo comprometimento das paisagens locais pela presença de cavas fruto da mineração de topázio imperial. Constatou-se também o forte elo entre comunidade e mineração, uma vez que a atividade mineradora gera riqueza para o distrito, o déficit de fiscalização ambiental na área estudada, além da insuficiente conscientização quanto a importância da melhoria do investimento na preservação de todo o seu patrimônio natural.

Palavras- chave: Diagnóstico geoambiental, mineração de topázio imperial, Rodrigo Silva

ABSTRACT

Having overcome the Portuguese hopelessness of the difficulty of mining gold around 1690, in 1772, the imperial topaz began to be mined. The region of Rodrigo Silva, district of Ouro Preto, Minas Gerais, gains notoriety due to the great reserves of topaz. The geological characteristics of the region justify the occurrence of the mineral in the region, as well as the prismatic shape and the typically yellow colors that can vary until the red, characteristics that differentiate the mineral found in the area. After for centuries of mining, erosion, morphological changes resulting in the degradation of the physical environment, characterize the environmental heritage left in the district. The mines in the region deactivated, so the result of the anthropic action of centuries associated with natural enhances the negative environmental impacts of the locality. In view of this situation, a diagnosis sought on the part of Rodrigo Silva marked by the mining action so that it is possible to understand the evolution over the centuries of the impacts suffered by the region.

Keywords: Environmental diagnosis, imperial topaz mining, Rodrigo Silva.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Vista aérea de parte da área estudada dentro de Rodrigo Silva	12
Figura 2: Topázio imperial na sua forma bruta e lapidada	15
Figura 3: Minas e ocorrências de topázio imperial na região de Ouro Preto e Antônio Pereira.....	17
Figura 4: Mapa de localização do município de Ouro Preto, MG.....	20
Figura 5: Localização do distrito de Rodrigo Silva.....	21
Figura 6: Estação inaugurada por Dom Pedro II em 1888	22
Figura 7: Coluna Estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero.....	24
Figura 8: Mina do Capão do Lana.....	26
Figura 9: Solo com vestígios de garimpo raspador.....	33
Figura 10: Antiga área de extração de topázio imperial com auxílio de máquinas de grande porte no distrito de Rodrigo Silva, MG.....	33
Figura 11: Área da Mina do João Sumido marcada pela presença da barragem de água	33
Figura 12: Barragem construída com pedras e troncos de árvores para impedir o deslocamento do topázio imperial no período de chuva.....	35
Figura 13: Área estudada no entorno do povoado de Rodrigo Silva, MG.	36
Figura 14: Mapa de feições erosivas e cavas no distrito de Rodrigo Silva, MG.	37
Figura 15: Visão aérea da região conhecida com Arranchador.....	38
Figura 16: Feições erosivas encontradas na paisagem do distrito de Rodrigo Silva	39
Figura 17: Sinais de deslizamento	39
Figura 18: Árvores com troncos curvos encontrados na região	40
Figura 19: Filitos em colorações distintas - clara e escura.....	40
Figura 20: Drenagem com baixo teor de sedimentos finos no seu curso.	41
Figura 21: Vista aérea da região da Mina Antônio Boro.....	42
Figura 22: Cavas profundas na Mina Antônio Boro.....	42
Figura 23: Barragem encontrada na Mina Antônio Boro.....	43
Figura 24: Visão aérea da região João Sumido.....	44

Figura 25: Esquema ilustrando a distribuição dos elementos envolvidos na temática ambiental do Alto Cipó	45
Figura 26: Aumento gradativo dos processos erosivos, desagregando parte do talude da cava aberta.....	45
Figura 27: Expansão das ravinas devido às fortes chuvas que incidem na região	46
Figura 28: Elevado volume de sedimentos lançados no curso d'água, mostrando a situação crítica do leito da drenagem	47
Figura 29: Visão aérea da área do empreendimento Topázio Imperial.	49
Figura 30: Frente de Lavra em atividade na Topázio Imperial Mineração	50
Figura 31: Frente de lavra da Topázio Imperial Mineração	50
Figura 32: Situação do córrego com traços de assoreamento, devido ao grande volume de sedimentos depositados ao longo do seu curso	51
Figura 33: Vista aérea da região de mineração desativada	52
Figura 34: Cavas abandonadas e feições geológicas expostas fruto da mineração de topázio imperial e do intemperismo químico e físico.....	53
Figura 35: Cava abandonada fruto da mineração de topázio imperial.	53
Figura 36: Vista aérea de feições erosivas no distrito de Rodrigo Silva	54
Figura 37: Feições erosivas comumente encontradas nas paisagens ao longo da região de Rodrigo Silva	54
Figura 38: Curso de água totalmente assoreado.....	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR- Norma Brasileira

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	JUSTIFICATIVA.....	12
3	OBJETIVOS	13
	3.1 OBJETIVO GERAL	13
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
	4.1 MINERAÇÃO.....	13
	4.2 O TOPÁZIO.....	15
	4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA MINERAÇÃO	18
	4.4 ÁREA DE ESTUDO.....	20
	4.5 GEOLOGIA LOCAL	23
	4.6 PRINCIPAIS MINAS DO DISTRITO DE RODRIGO SILVA.....	25
	4.6.1 MINA CAPÃO DO LANA.....	25
	4.6.2 MINA DO VERMELHÃO	27
	4.7 ASPECTOS LEGAIS DA MINERAÇÃO	27
	4.7.1 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD) ...	27
	4.7.2 PLANO DE FECHAMENTO DE MINA.....	28
5	MATERIAIS E MÉTODOS	30
6	RESULTADOS	31
	6.1 ORIGEM DA ATIVIDADE GARIMPEIRA.....	31
	6.2 A SITUAÇÃO AMBIENTAL DO DISTRITO DE RODRIGO SILVA.....	35
	6.2.1 REGIÃO DO ARRANCHADOR	38
	6.2.2 MINA ANTÔNIO BORO.....	41
	6.2.3 ÁREA JOÃO SUMIDO	43
	6.3.2.1 GARIMPOS CLANDESTINOS NO ALTO CIPÓ	47
	6.2.4 TOPÁZIO IMPERIAL MINERAÇÃO	49
	6.2.5 MINA CAPÃO DO LANA.....	51
	6.2.6 TOPÁZIO IMPERIAL MINERAÇÃO – MINA DESATIVADA	51
	6.2.7 FEIÇÕES EROSIVAS E DRENAGENS ASSOREADAS.....	53
7	CONCLUSÃO	56

1 INTRODUÇÃO

Desde o século XVII a mineração está presente em território brasileiro. Diante da grande disponibilidade de recursos naturais e minerais, os portugueses mostravam-se esperançosos diante do quadro do novo mundo, a fim de gerar fortuna aos cofres portugueses. Porém, contrariando as expectativas do reino português, até o ano de 1690, a quantidade de ouro extraída era pouco significativa.

Nesse contexto, são descobertas as reservas de ouro e diamantes em Minas Gérias, mais precisamente na região de Ouro Preto, Mariana, Sabará, Caeté e Diamantina. Posteriormente à mineração de ouro na região de Ouro Preto, em 1750 o topázio imperial foi descoberto e por volta do ano de 1772 começaram as extrações do mineral no Morro de Saramenha, localizado em Ouro Preto e em Antônio Pereira, atual distrito de Ouro Preto.

Com a evolução e mecanização da produção diversos depósitos minerais permaneceram em atividade durante vários anos, como as duas grandes minas: a do Capão do Lana, região de Rodrigo Silva, atual distrito de Ouro Preto, e a do Vermelhão, localizada em Ouro Preto. A única que mantém sua atividade mineradora atualmente é a mina do Capão do Lana, mina explorada a céu aberto, localizada a 2 km do distrito de Rodrigo Silva.

O distrito de Rodrigo Silva dista 18 km da sede do município de Ouro Preto. A história da região é marcada pela mineração desde o século XVIII, atividade que utilizava mão de obra escrava. Em 1888 foi inaugurado o complexo ferroviário e, como consequência, toda conformação urbana da região. Atualmente nos trilhos de Rodrigo Silva não passam mais trens, mas a cultura do topázio continua, com a exploração do famoso topázio imperial, raro em todo mundo.

A ocorrência de topázio imperial nessa região pode ser justificada pela formação geológica, na qual área está inserida. São encontrados ao norte (Antônio Pereira), quanto ao Sul do anticlinal de Mariana (Ouro Preto e Rodrigo Silva), comumente relacionada à mármores calcíticos ou dolomíticos, além de se apresentarem em zonas de dobramentos. (ROESER, H.M.P; ROESER, P.A, 2010). O mineral de cristais prismáticos apresenta cor tipicamente amarela, que pode variar até vinho-vermelho, característica relacionada ao nome ao mineral.

Com a relevante e intensa mineração de topázio imperial no distrito de Rodrigo Silva são significativos os impactos socioambientais negativos causados ao longo dos anos. A presença de minas abandonadas na região gerou grandes valas, cavidades e alterações na morfologia local, resultando em erosões de grande expressividade. Desta forma, a região prescinde de estudos que retratem e avaliem o grau dos impactos ambientais causados durante todo esse período de mineração, bem como o diagnóstico da real situação da área.

2 JUSTIFICATIVA

O trabalho apresentado se justifica pelo intencional de se justificar dos impactos ambientais na região de Rodrigo Silva, MG, exposta à degradação pela mineração de topázio imperial ao longo dos séculos, assim como uma pesquisa sobre o grau de erosão e deterioração da área devido à ação antrópica associada à natural, por meio do intemperismo físico e químico. A Figura 1 mostra erosões, cavas, alterações morfológicas e outras feições resultantes da ação humana e natural presentes em parte do território do distrito de Rodrigo Silva.

Figura 1- Vista aérea de parte da área estudada dentro de Rodrigo Silva



3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo principal a elaboração de um diagnóstico geoambiental preliminar da área, dos impactos ambientais causados pela atividade mineradora e como ela influenciou no desenvolvimento socioeconômico do distrito.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Delimitação das áreas alteradas pela atividade mineradora de topázio imperial;
Previsão da extensão das feições erosivas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 MINERAÇÃO

A atividade de mineração está presente na região de Ouro Preto há vários séculos. Os portugueses, no século XVI, demonstravam grande interesse pelas possíveis ocorrências de ouro no Brasil. Contrariando as expectativas, até o ano de 1690, sua extração era pouco significativa. Boatos e lendas eram mais frequentes que as descobertas de jazidas de ouro (PEIXOTO e LIMA,2004).

Segundo Martins e Brito (1989), citado por Peixoto e Lima (2004, p.4), o clima na época era de desânimo, tanto que o governador Diogo de Menezes, relatando a situação ao Rei, reconheceu: “creia-me Vossa Majestade que as verdadeiras minas são o açúcar e o pau-brasil” (MARTINS e BRITO, 1989 p.12). Mas, a partir desta data, aquilo que parecia perdido, reverteu-se repentinamente numa corrida do ouro com a descoberta do metal em grandes quantidades e de fácil exploração no centro de Minas Gerais.

A descoberta do ouro em Minas Gerais, nos primórdios do século XVII, ativou a vida socioeconômica do Brasil e, principalmente, da Província Minas Gerais, gerando um novo centro de produção e consumo. Durante mais de um século foram desenvolvidas atividades extrativas na região onde hoje estão assentadas as cidades de Ouro Preto e Mariana, com o desenvolvimento tanto nos vales e aluviões como nas vertentes da serra de Ouro Preto, feição fisiográfica marcante na região (SOBREIRA *et al.*, 2014).

O grande número de jazidas de aluvião de ouro começou a ser descoberto nas regiões de Ouro Preto, Mariana, Sabará e Caeté, provocando intensa movimentação nestes locais (MARTINS e BRITO, 1989). Segundo Lins (2000), citado por Peixoto e Lima (2004, p.4), daí em diante, ocorrências de ouro e diamantes em Minas Gerais, Bahia e Mato Grosso consolidaram a mineração no Brasil, que ao passar do tempo, iria mudar significativamente a vida de todos aqueles que direta ou indiretamente manteriam contato com esta atividade.

A atividade mineradora voltada para o topázio imperial é bastante antiga na região de Ouro Preto. Ferreira (2002) cita que desde 1750 o topázio é conhecido e garimpado e, por volta de 1760, as Atas da Câmara do Governo registravam atividades garimpeiras de topázio nas regiões de Saramenha e do distrito de Rodrigo Silva.

Já Castañeda *et al.* (2001), citado por Peixoto (2004, p.5), afirmam que o topázio imperial foi descoberto por volta de 1772, no local denominado Morro de Saramenha, em Ouro Preto. Na época, o governador da Capitania de Minas Gerais convocou uma junta para propor o pagamento do quinto por meio de ouro ou topázio, visto que a descoberta desta gema já chamava atenção de todos. Porém, a proposta não seguiu em frente devido às taxações da produção de gemas em geral, que eram de 1% no máximo. Com isso, houve a liberação da extração do topázio imperial.

Pequenas empresas extrativas e garimpos individuais ilegais se estabeleceram no local com o intuito do enriquecimento advindo do alto valor comercial desta gema (PEIXOTO, 2004). Outras áreas de ocorrência do topázio imperial se caracterizam pela presença de pequenos garimpos de aluvião, grande parte deles, ilegais.

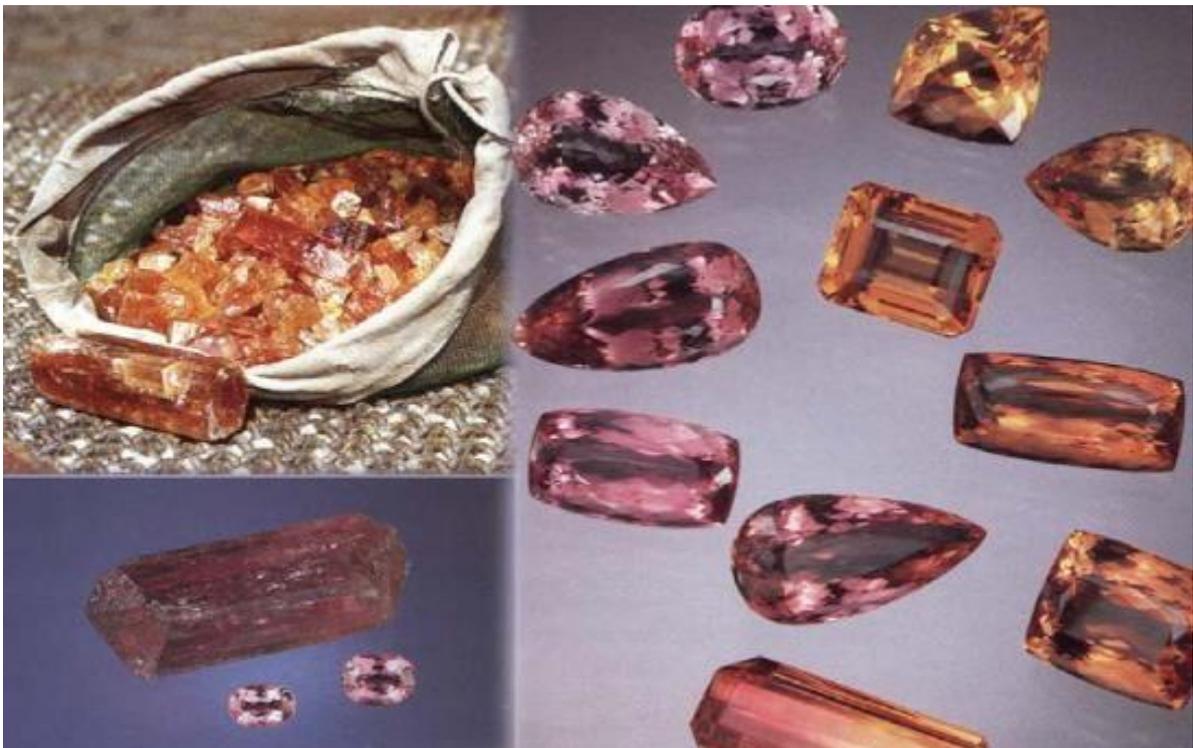
Segundo Saueret *et al.* (1996), citado por Peixoto (2004, p.24), com o passar do tempo, a extração do topázio imperial foi evoluindo e diversos depósitos foram trabalhados na da região de Ouro Preto, onde estão localizadas duas grandes minas: a do Capão do Lana e a do Vermelhão. A mina do Capão do Lana, na região de Rodrigo Silva, tinha maior produtividade e era totalmente mecanizada.

4.2 O TOPÁZIO

A origem do nome topázio é fundamentada em duas teorias. Na primeira, o escritor romano Plínio, do século I, sugeriu que o nome provinha da palavra grega *topazos* ou *topazion*, cujo significado era procura, relacionado a um nome antigo de uma ilha do Mar Vermelho, pois a ilha era frequentemente envolvida por neblina. Nessa ilha era encontrado o peridoto verde ou verde amarelado chamado de topázio. Pela segunda teoria, o termo topázio tinha originado da palavra sânscrita *tapas*, cujo significado é fogo, e ao qual está associada a cor amarela (GANDINI, 1994).

O topázio é um nesossilicato cuja fórmula química é $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{F},\text{OH})_2$, com solução sólida incompleta entre o flúor e a hidroxila. O mineral tem hábito prismático devido a seu arranjo atômico. Já a clivagem basal perfeita {001} se dá pela quebra das ligações Al-O e Al-F em igual número e nunca pela ligação Si-O (CASTAÑEDA *et al.*, 2001). A Figura 2 retrata os tipos de topázio imperial na sua forma bruta e lapidada.

Figura 2- Topázio imperial na sua forma bruta e lapidada. Fonte: Peixoto, 2004 retirado de Sauer *et al.* (1996).



As ocorrências de topázio no Quadrilátero Ferrífero são limitadas ao município de Ouro Preto. Elas encontram-se tanto ao Norte como ao Sul do anticlinal de Mariana. Geralmente estão relacionadas com mármores calcíticos ou dolomíticos e se apresentam em veios que possuem de alguns centímetros até decímetros em zonas

de dobramento. Tais zonas estão muito provavelmente relacionadas com um magmatismo rico em sílica, conectado com eventos tectônicos terciário-cretáceos. Tanto as rochas vulcânicas primárias como as rochas metassedimentares, geradores dos topázios, se apresentam hoje intensamente intemperizadas. Os minerais quartzo, hematita, xenotima e topázio resistiram aos processos de alteração, permitindo que se realize nos dias atuais a lavagem dos solos para a retirada das pedras preciosas

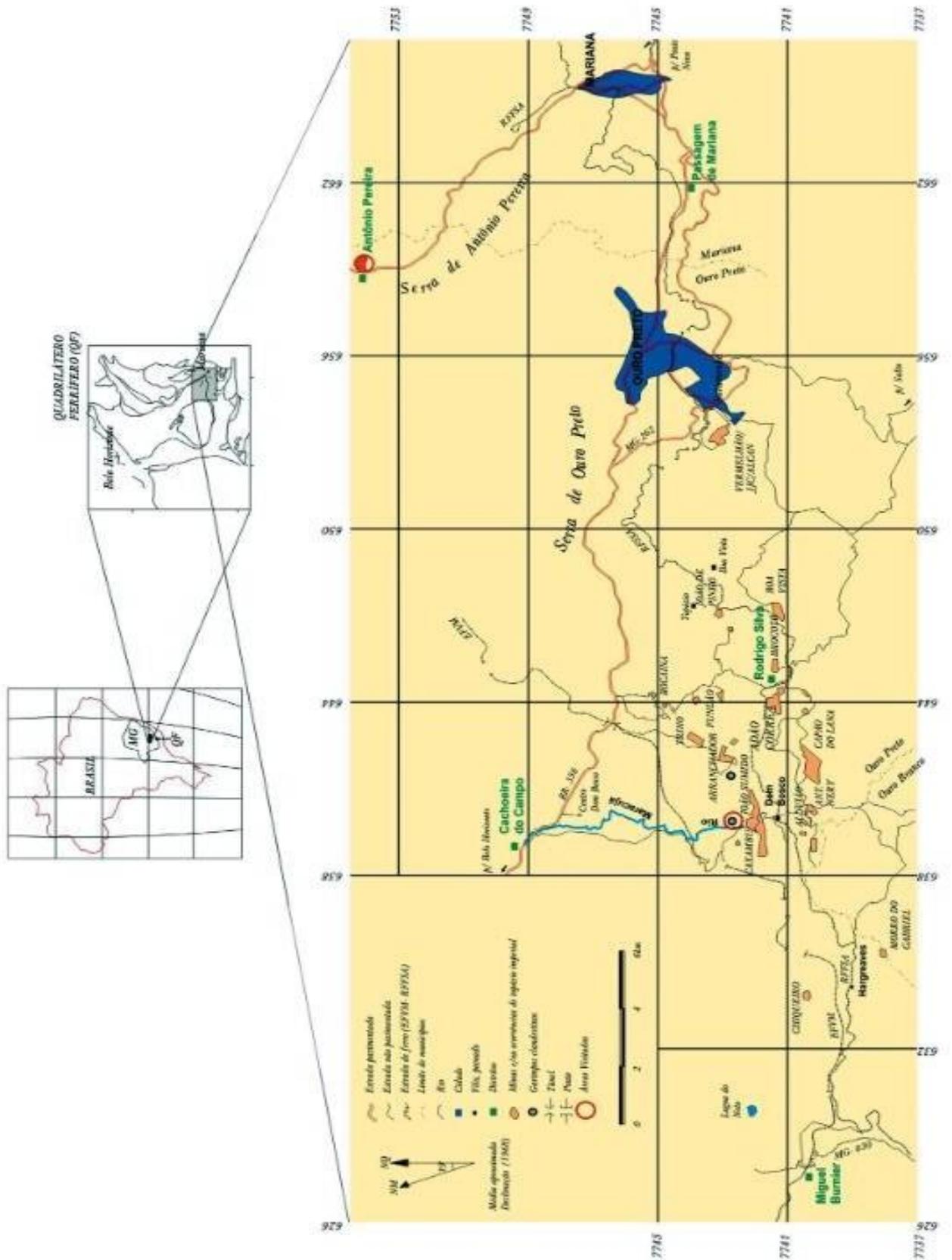
O topázio de Ouro Preto apresenta-se geralmente em cristais prismáticos. Cristais de terminação dupla são muito raros. A cor tipicamente amarela, que pode variar até o vinho-vermelho, já foi objetivo de numerosas investigações. Alguns trabalhos explicam a coloração como resultado de centro de cores em conexão com íons de cromo. Outros discutem teores de ferro e outros elementos cromóforos como vanádio, germânio e titânio. Mas uma indicação inequívoca falta até hoje (ROESER e ROESER, 2010). Dessa forma, tem-se que o nome do mineral é justificado pelas cores de sua ocorrência.

Segundo Ferreira (1991), os cristais de topázio imperial da região de Ouro Preto são encontrados em rochas carbonáticas já totalmente decompostas.

Quanto às dimensões, estes minerais podem variar de milímetros até centímetros e alguns casos mais raros, até a decímetros. Trata-se de um silicato de alumínio puro, sistema ortorrômbico de ocorrência natural em forma de prismas com estrias longitudinais, clivagem basal, dureza 8 (escala de Mohs), densidade entre 3,4 e 3,6 e brilho vítreo. O topázio na cor lilás é o mais valioso e apreciado e também o mais raro, juntamente com o topázio na cor rosa (CAMPOS *et al.*, 2006).

Segundo Gandini (1994), a literatura técnica registra algumas ocorrências de grandes exemplares encontrados em algumas partes do mundo tais como na Ucrânia, onde foi encontrado um topázio de 82 cm de altura e peso de 117 kg. No Brasil, no distrito de Rodrigo Silva, foi encontrado um topázio imperial de 504 g e em Antônio Pereira, Ouro Preto, um exemplar de 13 cm de comprimento, pesando 180 g. A Figura 3 mostra a ocorrência de topázio imperial na região de Ouro Preto e Antônio Pereira.

Figura 3- Minas e ocorrências de topázio imperial na região de Ouro Preto e Antônio Pereira. Fonte: Modificado de Gandini, 1994.



4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA MINERAÇÃO

A História do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, que sempre contribuíram com importantes insumos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da história nacional (FARIAS, 2002).

O perfil do setor mineral brasileiro é composto por 95% de pequenas e médias minerações. As minas no Brasil estão distribuídas regionalmente com 4% no norte, 8% no centro-oeste, 13% no nordeste, 21% no sul e 54% no sudeste.

No Brasil, a mineração, de um modo geral, está submetida a um conjunto de regulamentações, onde os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e ao meio ambiente. (FARIAS,2002).

Os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora e subsidência do terreno. Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, já que o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997).

Os impactos causados pela mineração, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais pela falta de metodologias de intervenção, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos. O conflito gerado pela mineração, inclusive em várias regiões metropolitanas no Brasil, devido à expansão desordenada e sem controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exige uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasse.

Balkau (1995), citado por Peixoto (2004, p. 7) divide os impactos negativos da mineração em três categorias:

- Impactos ambientais: abrange situações como destruição de habitats naturais, deposição de rejeito e estéreis, interferência em cursos d'água e na geomorfologia, dentre outros;

- Impactos gerados por poluição: abrange as drenagens ácidas, emissões de efluentes, assoreamentos, contaminação de solo e lençol freático por meio de óleos e graxas, dentre outros;

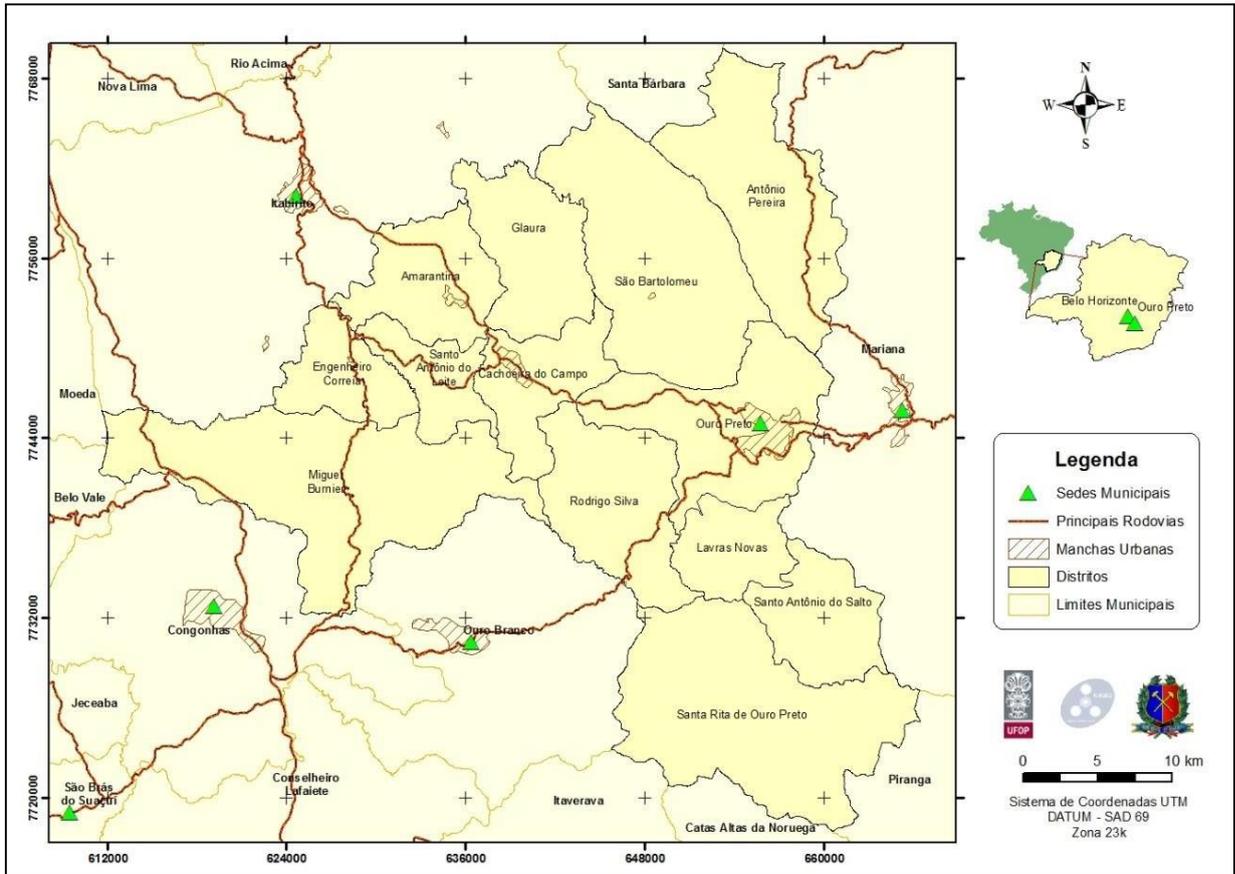
- Impactos de saúde ocupacional: manipulação de substâncias tóxicas, inalação de poeira e produtos nocivos ao sistema respiratório, exposição ao calor, ruído, vibração, radiação, riscos de acidentes, condições inadequadas de trabalho, dentre outras.

Esta classificação é bem abrangente, no entanto, seria interessante acrescentar uma categoria a mais: os impactos socioculturais, que são muito marcantes neste contexto. É de extrema importância a incorporação dos impactos socioeconômicos na caracterização dos impactos negativos derivados do processo de mineração. Como exemplo pode-se destacar os conflitos em assentamentos de terra, uso e ocupação do solo, destruição de áreas de recreação, dependência total ou quase total da população local de uma única atividade, mudanças nos costumes e tradições.

4.4 ÁREA DE ESTUDO

Ouro Preto é um município com grande área territorial. Dentro deste território há 12 distritos e a sede Ouro Preto. Os 12 distritos, como mostrados na Figura 4, são: Amarantina, Antônio Pereira, Cachoeira do Campo, Engenheiro Correia, Glaura, Lavras Novas, Miguel Burnier, Rodrigo Silva, Santa Rita de Ouro Preto, Santo Antônio do Leite, Santo Antônio do Salto e São Bartolomeu (OURO PRETO, 2017).

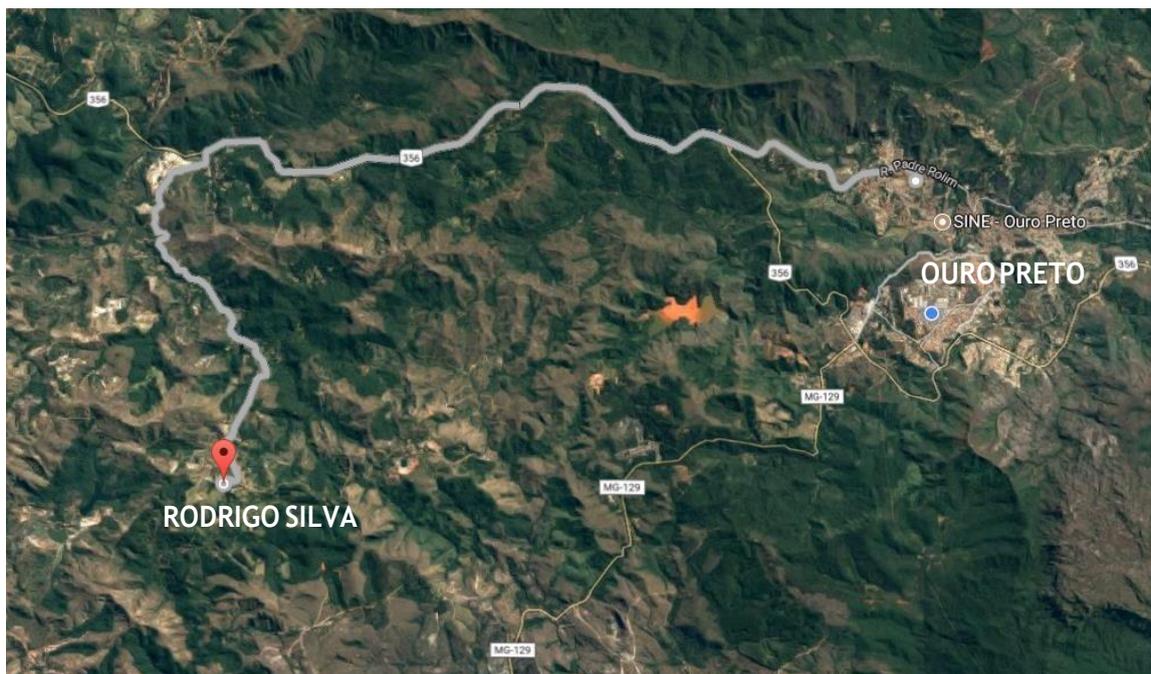
Figura 4- Mapa de localização do município de Ouro Preto, MG. Fonte: Instituto de Geociências Aplicadas (IGA,2008).



:

O distrito de Rodrigo Silva dista 18 km da sede do município. Localiza-se na latitude $20^{\circ}25'17''$ sul e longitude $43^{\circ}36'45''$ oeste e está a uma altitude média de 1.278 metros, considerado o distrito de maior altitude do município (OURO PRETO, 2017). A Figura 5 mostra a localização de Rodrigo Silva em relação a Ouro Preto.

Figura 5- Localização do distrito de Rodrigo Silva. Fonte: Google Earth (2017).



Pela Lei Estadual n.º 2.764, de 30/12/1962, é criado o distrito de Rodrigo Silva, Ouro Preto. A história do distrito esteve associada por mais de 200 anos à extração da pedra brilhante, translúcida, tingida das cores do sol e do fogo, que encantou Dom Pedro I, no século XIX.

Os primeiros registros relativos ao local, denominado José Correia, sempre estão ligados à Santa Quitéria do Alto da Boa Vista, antiga paragem colonial, hoje abandonada, nas proximidades de Rodrigo Silva. A mineração de topázio sempre esteve presente na história do lugar. Viajantes estrangeiros já registravam a exploração de topázio no início do século XIX. Algumas destas lavras eram gigantescas e utilizavam mão de obra escrava,

Até a chegada da ferrovia, José Correia compunha-se de fazendas espalhadas por léguas de distância. A mais famosa delas é a Fazenda do Fundão, ainda existente. Nesta fazenda nasceu em 1870 Alfredo Fernandes dos Prazeres, personagem importante na construção da nova cidadezinha ferroviária. Quando no começo da década de 1880 fez-se o projeto da estrada de ferro ligando o Rio de Janeiro à Ouro Preto, projetou-se também uma nova paragem a se estabelecer em José Correia, que teria seu nome mudado para Rodrigo Silva em homenagem a um ministro imperial.

O complexo ferroviário inaugurado por Dom Pedro II em 1888 estendeu-se posteriormente de um lado a outro, paralelo à estrada de ferro, como mostra a Figura 6. Até 1950, a estação tinha um movimento grande de carga e descarga e de passageiros.

A conformação urbana em torno da antiga ferrovia deu a feição atual do arruamento, que, a grosso modo, se estende por uma grande e comprida rua principal paralela aos trilhos. Desta rua principal partem pequenas ruelas ou becos que atingiam, outrora, sítios e fazendas, nos fundos dos vales.

No começo do século XX fundou-se a Sociedade Musical Santa Cecília de Rodrigo Silva, símbolo primeiro da cultura desenvolvida pelos ferroviários. No arquivo desta banda encontram-se composições feitas pelos ferroviários, demonstração de grande apuro musical.

Figura 6- Estação inaugurada por Dom Pedro II em 1888.



4.5 GEOLOGIA LOCAL

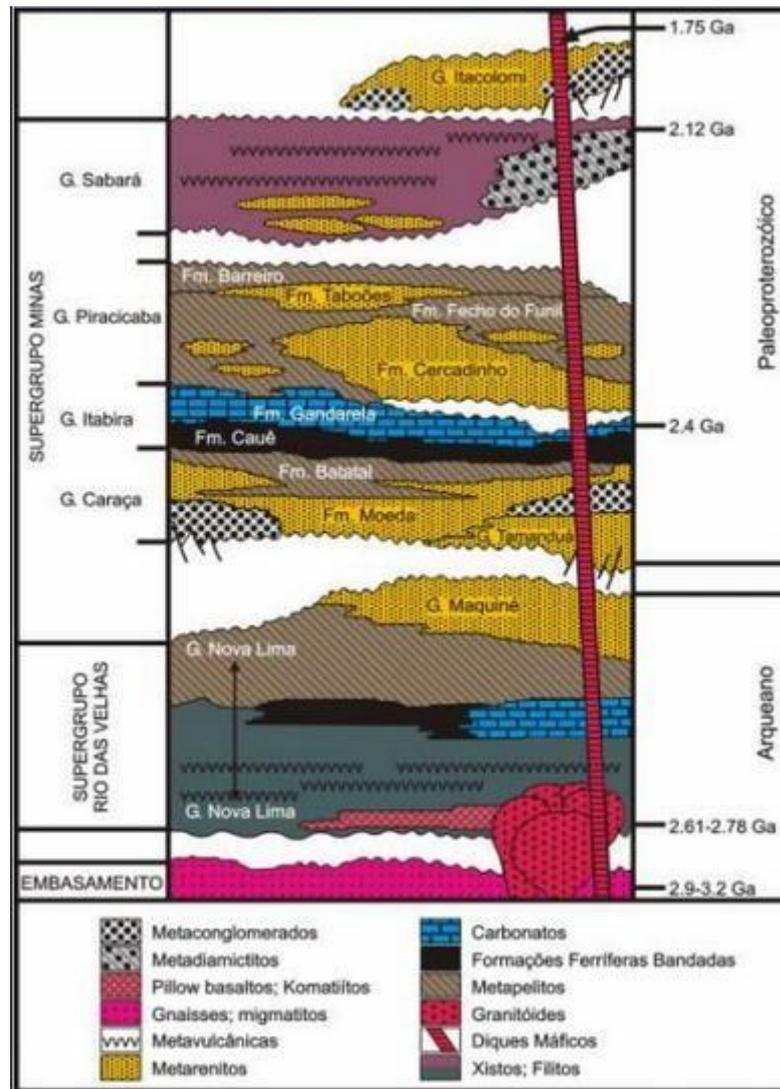
Segundo Dorr (1959), o Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais foi assim denominado por Gonzaga de Campos, devido aos vastos depósitos de minério de Ferro que ocorrem numa área limitada aproximadamente pelas linhas que ligam Itabira, Rio Piracicaba, Mariana, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna. Constituí uma das áreas clássicas da Geologia Pré-Cambriana do mundo.

As principais estruturas geológicas do Quadrilátero Ferrífero estão representadas por: Arqueamento Rio das Velhas, o qual compreende o distrito aurífero de Nova Lima; Serra do Curral, Sistema de Falha do Fundão/Engenho e pelos Sinclinais Moeda, Dom Bosco, Gandarela, Vargem do Lima, Santa Rita e Ouro Fino e o sinclinório de Itabira. Estas estruturas constituem o arcabouço estrutural do Quadrilátero Ferrífero (ENDO, 1988).

Segundo Alkimim & Marshak (1998), ocorreu um evento, caracterizado por uma extensão regional, resultando na arquitetura em domos e quilhas, soerguimento de um embasamento cristalino ao mesmo nível crustal que os metassedimentos dos supergrupos Rio das Velhas e Minas (inversão tectônica). Este evento foi responsável pela formação de dobras de xistosidade com caimento contrário aos domos, clivagem espaçada, dobras e falhas reversas com direção Leste-Oeste, mudanças na direção de dobras F1, como o Sinclinal Ouro Fino, foliações miloníticas às margens dos complexos metamórficos e gerou o Anticlinal de Mariana e o "uplift" Rio das Velhas. Foi primeiro observado na porção ocidental do Quadrilátero Ferrífero, no contato do Complexo Bonfim com o limbo ocidental da Serra da Moeda. É entendido como um colapso orogénico do evento Transamazônico e seria o responsável pela deposição dos sedimentos do Grupo Itacolomi.

A geologia do distrito de Rodrigo Silva é constituída por litotipos pertencentes às unidades intermediárias do Supergrupo Minas, onde predominam rochas das Grupo Sabará, Formação Fecho do Funil, Formação Cercadinho, Formação Gandarela e Formação Cauê, como mostrada na Figura 7, estando sequenciada da mais nova para a mais velha e o Grupo Itacolomi (CAMPOS *et al*,2006).

Figura 7- Coluna Estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero. Fonte: Alkmim e Marshak (1998).



Supergrupo Minas: Derby (1906) definiu a Série Minas e desde esta data esta sofreu muitas modificações, principalmente em função dos novos conhecimentos adquiridos. A Série Minas de Derby utilizada atualmente é denominada de Supergrupo Minas e é subdividida da base para o topo nos grupos Tamanduá, Caraça, Itabira e Piracicaba.

Segundo Moraes (1985), os depósitos de filitos da Formação Moeda, itabiritos da Formação Cauê e os carbonatos da Formação Gandarela foram originadas a partir de um evento transgressivo e estes sedimentos podem ser associados às fácies distais da Formação Moeda.

Dorr (1969) subdividiu o Grupo Itabira em duas formações, da base para o topo:

- Formação Cauê: representada predominantemente por uma formação ferrífera do tipo lago superior e subordinadamente por itabiritos dolomíticos e anfibolíticos com pequenas lentes de filitos e margas e alguns horizontes manganésíferos.

- Formação Gandarela: foi definida inicialmente por Dorr (1958) como sendo constituída por camadas de rochas carbonáticas representadas principalmente por dolomitos e subordinadamente por itabiritos, filitos dolomíticos e filitos. O contato com a formação inferior, quando observável é de natureza discordante com caráter erosivo.

Grupo Itacolomi: Guimarães (1931) definiu a Série Itacolomi como uma unidade que repousa discordantemente sobre os sedimentos da Série Minas. Atualmente esta série é denominada de Grupo Itacolomi e é representada por quartzitos, quartzitos conglomeráticos e lentes de conglomerado com seixos de itabirito, filito, quartzito e quartzo de veio, depositados em ambiente litorâneo ou deltáico (Dorr, 1969).

Segundo Glockner (1981), o Grupo Itacolomi representa um bloco tectonicamente alóctone de posição estratigráfica incerta. Segundo Alkmim (1987) e Alkmim et al. (1988), o Grupo Itacolomi foi depositado em uma margem de bacia intra ou epicontinental e estes autores, propõem uma correlação entre os metassedimentos desse grupo com os da Formação Moeda e do Grupo Tamanduá, compondo uma mesma unidade faciológica.

4.6 PRINCIPAIS MINAS DE TOPÁZIO IMPERIAL DO DISTRITO DE RODRIGO SILVA

4.6.1 MINA CAPÃO DO LANA

A mina analisada nesse de estudo preliminar sobre a exploração de topázio imperial é chamada de Capão do Lana (Figura 8). Trata-se de uma mina explorada a céu aberto, com utilização de processos hidráulicos. A jazida encontra-se abaixo do lençol freático, dificultando o trabalho das dragas de arraste e necessitando de bombeamento para retirada da água superficial. Existem outras dificuldades durante o processo de exploração, uma delas é a litologia local composta essencialmente por filito, bastante argiloso.

A Mina do Capão do Lana foi a maior mina de topázio imperial do mundo. Fica situada a 2 km do distrito de Rodrigo Silva, distante 25 km da sede do município de

Ouro Preto, Minas Gerais. A Figura 8 mostra a mina do Capão do Lana situada em Rodrigo Silva.

Figura 8 - Mina do Capão do Lana. Fonte: Topázio Imperial (2017).



O local abrigava uma pousada que, em 1822, foi transformada em Paço Real pelo príncipe regente D. Pedro, às vésperas da Independência do Brasil, quando veio a Minas sufocar uma rebelião liderada pelo seu próprio governador.

Situada às margens da Estrada Real, a mina opera dentro dos padrões técnicos e é responsável pela maior parcela do topázio imperial consumido pela indústria joalheira do mundo. A mina é operada por 22 funcionários da empresa Mineração Topázio Imperial e trata em média 1.200 metros cúbicos de minério por mês. Movimenta-se cerca de 2 metros cúbicos de minério para se obter 1 quilate de topázio imperial lapidável (TOPÁZIO IMPERIAL, 2017).

Os terrenos com extensão total de 800 hectares abrigam as jazidas do Brocotó, Mato da Roça e Zé Leite. Em 2010, estudos realizados apontaram que as reservas minerais têm vida útil de mais duas décadas, tratando 4,5 mil metros cúbicos de minério por mês.

4.6.2 MINA DO VERMELHÃO

Desde a descoberta, por volta de 1772, até o início da década de 70, a jazida de Saramenha ficou totalmente abandonada. Somente em 1971, esta jazida foi reencontrada por acaso, durante os trabalhos de terraplanagem para uma construção. Quando o tratorista retirava um barranco, ele observou o aparecimento de um grande número de cristais de topázio. A partir daí um grupo de nove pessoas se reuniram e criaram a Mineração Vermelhão, que explotou a jazida continuamente até por volta de 1990. Em 1989, essa mineração foi vendida para um armênio de origem americana e foi trabalhada ininterruptamente por anos (GANDINI, 1994).

Existe uma continuação desse veio mineralizado em Saramenha para além dos limites legais de mineração do Vermelhão. Nesse local, a família Mendes retirava topázio imperial a partir de um trabalho rudimentar, semelhante ao de garimpeiros de outros pontos do Brasil. Uma outra continuação do Vermelhão é a jazida da Alcan, que se encontra paralisada, em função de pertencer a uma empresa de siderurgia e que não mostra interesse na sua exploração (GANDINI, 1994).

4.7 ASPECTOS LEGAIS DA MINERAÇÃO

4.7.1 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD)

Uma área perturbada ou degradada define-se pela ocorrência de alteração das propriedades ambientais, bióticas e abióticas devido aos impactos de uma atividade. Previsto na Constituição Federal de 1988 para áreas mineradas, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD foi concebido para atividades de mineração, mas passou a ser aplicado em diversos tipos de empreendimentos e é previsto no escopo dos Estudos Ambientais e no Licenciamento Ambiental.

Um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) deve, portanto, apresentar o conjunto de métodos, instruções e materiais necessário para o retorno do sítio degradado a uma determinada forma de uso do solo visando uma forma de utilização, de acordo com o plano preestabelecido para o uso ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

A reabilitação de um local descaracterizado define-se por um conjunto de procedimentos que propiciam o uso futuro da área, podendo permitir o retorno da

atividade produtiva, considerando as aptidões do local, a intenção de uso e as condições do meio físico e biótico (NBR ABNT 13.030:1999). A recuperação constitui-se pela recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema. Já a restauração implica na reposição exata das condições ecológicas da área degradada (Master Ambiental, 2017).

4.7.2 PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

O Plano de Fechamento de Mina foi regulamentado pela Norma Reguladora de Mineração, NRM-20, referente a Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras. A Portaria Nº 237 de 18/10/2001, divulgada no Diário Oficial da União em 19/10/2001, dispõem sobre a necessidade de apresentação de tais documentos e atividade:

- a) relatório dos trabalhos efetuados;
- b) caracterização das reservas remanescentes;
- c) plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento mineiro, indicando o destino a ser dado aos mesmos;
- d) atualização de todos os levantamentos topográficos da mina;
- e) planta da mina na qual conste as áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis;
- f) programas de acompanhamento e monitoramento relativos a:
 - I-sistemas de disposição e de contenção;
 - II- taludes em geral;
 - III-comportamento do lençol freático
 - IV- drenagem das águas;
- g) plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores;

- h) plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores;
- i) medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas;
- j) definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico;
- k) aptidão e intenção de uso futuro da área;
- l) conformação topográfica e paisagística levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens
- m) relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro;
- n) cronograma físico e financeiro das atividades propostas.

Sendo assim, as etapas para fechamento de minas são realizadas através do descomissionamento, que consiste em um conjunto de operações necessárias para a perfeita garantia da desativação da mina, visando devolver o local para outros usos pela comunidade; reabilitação, no qual são reparados os impactos da mineração sobre o meio ambiente e o monitoramento e a manutenção, caracterizada pelo acompanhamento dos efeitos posteriores sobre o ambiente após o encerramento da mina. Concluídas essas etapas ocorre o pós-fechamento para que ocorra liberação da área para outros fins.

É fundamental a elaboração do Plano de Fechamento de Mina inserido no Plano de Aproveitamento Econômico (NERY, 2009). Os efeitos decorrentes do fechamento de mina podem ser traduzidos em três principais impactos, sendo eles:

- Impacto Econômico – Se a mineração é a principal atividade econômica no município, o seu fechamento pode conduzir a sucumbência da cidade, a exemplo das cidades-fantasma;

- Impacto Social – Com o fechamento da mina, não se gerará renda e se deixará de circular a riqueza e de movimentar a atividade econômica da região. O desemprego decorrente do encerramento da atividade afeta diretamente a população.

• Impacto Ambiental – Se não forem adotadas as medidas preventivas, ou de reabilitação tempestiva da área degradada, o impacto pode nunca vir a ser solucionado e a área nunca será recuperada. – Uma barragem de rejeito pode trazer repercussões ao meio ambiente até a posteridade (Nery, 2009).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente projeto foram analisadas as feições geomorfológicas do distrito de Rodrigo Silva, com ênfase nas heranças deixadas no relevo pela intensa atividade mineradora de topázio imperial da região. Foram desenvolvidas nas seguintes etapas:

- Revisão Bibliográfica: Consistiu basicamente na análise de documentos, teses, dissertações e artigos online, como base para a elaboração de uma breve introdução sobre a mineração ao longo de séculos na região do Quadrilátero Ferrífero, a marca deixada nas paisagens do estado de Minas Gerais, assim como nas feições geomorfológicas do distrito de Rodrigo Silva, Ouro Preto.
- Montagem de um banco de dados da região: Utilizou-se o software ArcGis 10.2, no qual foi possível a montagem da base de dados georreferenciados. Nessa etapa foram utilizadas imagens retiradas do Google Earth, Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero Codemig (2005), na escala 1:50.000, Mapa Topográfico do município de Ouro Preto, IBGE, na escala 1:25.000.
- Trabalho de Campo: Foram realizadas visitas ao distrito de Rodrigo Silva com objetivo de reconhecimento da área, registro de fotografias recentes da região e contato com antigos e atuais moradores com intenção de recolher informações de como o processo de mineração de topázio imperial foi conduzido, bem como essa atividade impactou a vida dos moradores. O trabalho de campo foi dividido em:
 - Campo de reconhecimento da área.
 - Campo com objetivo de selecionar as cavas a serem estudadas.
 - Detalhamento das feições selecionadas para estudo.
- Análise dos dados: nessa fase foram sobrepostos os mapas e as imagens geradas no SIG a fim de analisar se as feições têm causas naturais ou

antrópicas. Após a montagem da base e a identificação das áreas foi feita a interpretação dos dados adquiridos. Nela foram realizadas a análise do grau de erosão, compatibilidade com o tipo de geologia presente na região, além da comprovação que são fruto da ação da atividade mineradora.

- Entrevista com um antigo garimpeiro local: Foram recolhidas informações e histórias da região e de como o garimpo de topázio imperial era realizado, segundo a visão de um trabalhador das minas da região.
- Interpretação das informações: Nessa fase de conclusão, as informações obtidas em campo e através da revisão bibliográfica foram confrontadas e combinadas com intuito de realizar uma análise do grau de impacto ambiental, social e econômico, de erosão e de degradação física da área gerada pela mineração de topázio imperial no distrito.

6 RESULTADOS

6.1 ORIGEM DA ATIVIDADE GARIMPEIRA NA ÁREA

Por meio de conversas com antigos garimpeiros de lavras de topázio imperial chega-se à informação que o extrativismo mineral nas minas estudadas teve início por volta do ano de 1950, completando, portanto, no ano de 2017, 67 anos de atividade mineradora. Porém, ao analisar dados da literatura e outras conversas com moradores da região, não foi possível datar com exatidão a época de início da atividade mineradora no distrito. Entretanto, através do depoimento de um dos garimpeiros da região, hoje aposentado, existe uma grande possibilidade da extração do mineral topázio imperial ter mesmo começado anteriormente ao ano 1950. Hoje, com 75 anos, o antigo garimpeiro conta com entusiasmo sobre o extrativismo no local. Ao longo da conversa, relembra fatos da sua infância na região e como o embrião da mineradora Capão, a maior exploradora local, foi formado, além de ser bem incisivo ao afirmar que a atividade mineradora se intensificou na década de 70. Detalha fatos de como o garimpo era realizado, explicando técnicas rústicas que até hoje são utilizadas. Dentre essas, seu foco se detêm as três principais maneiras de garimpo, denominadas por ele como: Técnica do Raspador, Terreno de Topázio e Congelado.

A Técnica do Raspador é realizada com auxílio de uma pá, uma peneira e um palito de madeira. Nesse processo são retiradas fatias do solo, uma vez que o topázio imperial geralmente está localizado na raiz do capim. Não é necessário maquinário

pesado, o trabalho, comumente, é realizado por poucos homens. O mineral encontrado está envolto por camada espessa de solo, o que dificulta que o cristal seja facilmente reconhecido, como pode ser observado na Figura 9.

Terreno de topázio, assim denominado devido às características geológicas do local, que estão inseridas em áreas com geologia propícia para extração de topázio imperial, marcadas por terrenos de solo de granulometria fina (Figura 10). O garimpo é realizado com auxílio de máquinas de grande porte, como dragas, caminhões e esteiras.

O Congelado também conhecido como Topázio de aluvião. O mineral é comumente encontrado na região do Dom Bosco, nas cabeceiras do Rio Maracujá.

Figura 9- Solo com vestígios de garimpo raspador.



Figura 10- Área de extração de topázio imperial com auxílio de máquinas de grande porte no distrito de Rodrigo Silva, MG.



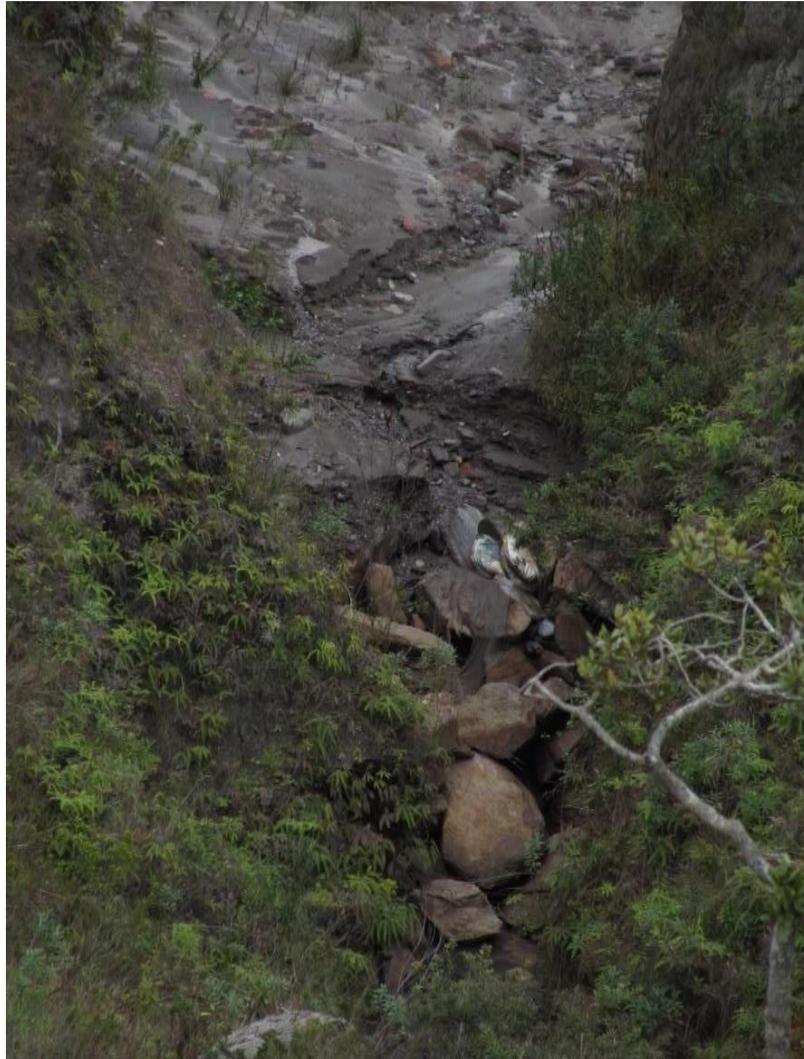
Devido ao alto valor econômico associado ao mineral, os cuidados na sua extração são de extrema importância. “Não podemos arranhar o mineral com ferramentas de ferro, o valor de venda diminui muito”, relata o antigo garimpeiro. Quando é realizado com máquinas de grande porte, a extração é realizada com o lançamento de jatos de água, que ao entrarem em contato com o solo, tipicamente de granulometria fina, desprendem os cristais e os deslocam até as peneiras que estão instaladas no interior dos veículos. Dessa maneira, a integridade do mineral é garantida em quase sua totalidade. Nessas regiões é comum encontrar barragens de água, como na Mina do João Sumido, Região dentro do Alto Cipó, Figura 11, e em Antônio Boro, Figura 12, construídas com fragmentos de rocha e pedaços de madeira.

Figura 11- Área da Mina do João Sumido marcada pela presença da barragem de água.



Foi constatado por meio das visitas técnicas que as áreas analisadas sofreram diversos prejuízos ambientais fruto da atividade mineradora ao longo dos anos de extrativismo mineral, mas apresentam ainda diversas minas em atividade, como a mina do Capão do Lana e a mina do Topázio Imperial.

Figura 12- Barragem construída com pedras e troncos de árvores para impedir o deslocamento do topázio imperial no período de chuva.



6.2 A SITUAÇÃO AMBIENTAL DO DISTRITO DE RODRIGO SILVA

Na área são comumente encontradas importantes feições erosivas e cavas abandonadas resultado de ação do intemperismo físico e químico, que podem ser justificadas pela geologia local, presença rochas do tipo filito e solo de granulometria muito fina, como pode ser observado nas Figuras 13 e 14.

Figura 13- Área estudada no entorno do povoado de Rodrigo Silva, MG. Fonte: Google Earth(2017).

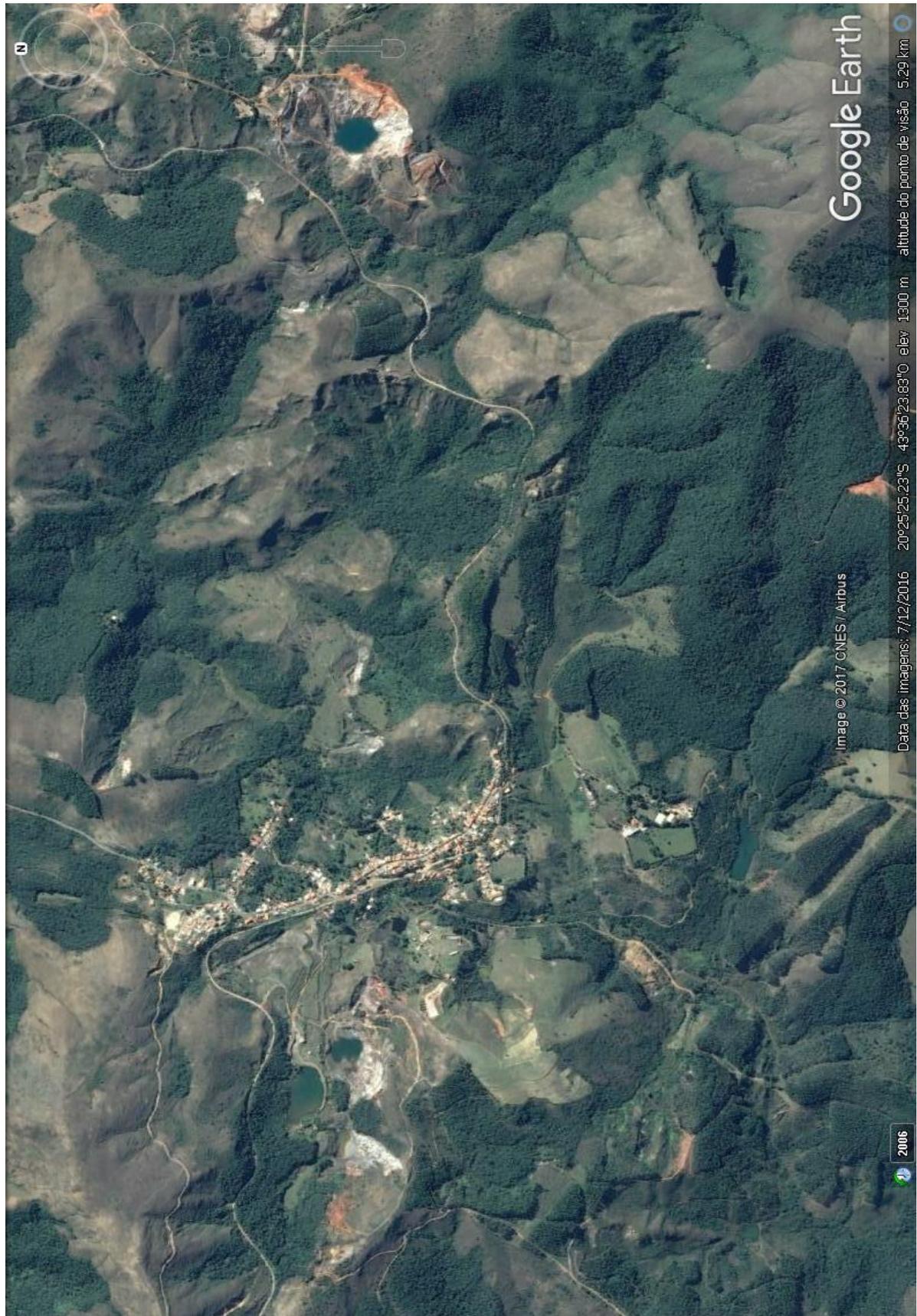
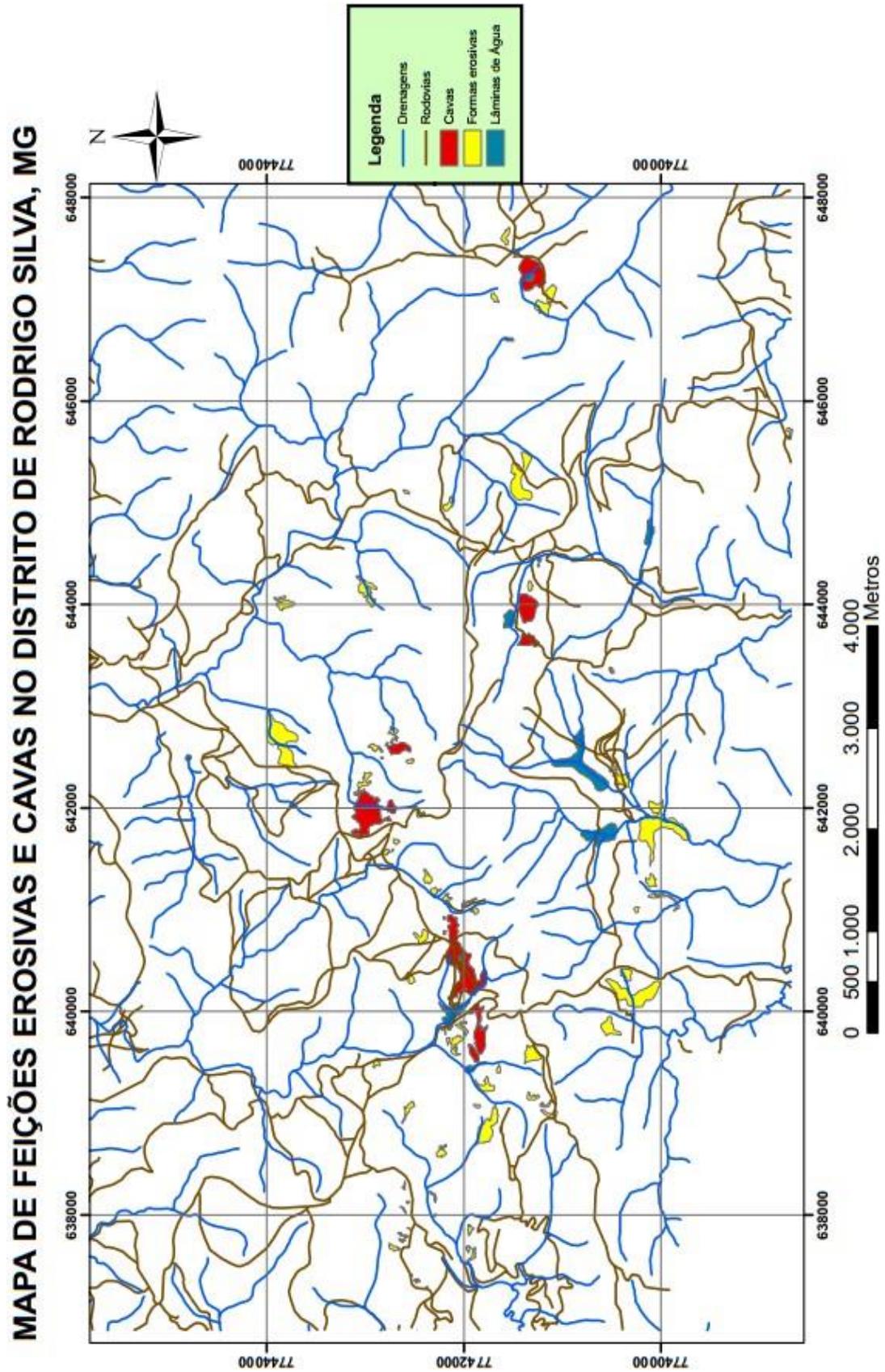


Figura 14- Mapa de feições erosivas e cavas no distrito de Rodrigo Silva, MG.



6.2.1 REGIÃO DO ARRANCHADOR

Localizada próxima ao povoado de Rodrigo Silva com acesso por estrada de terra a direita da região conhecida Arrozal. É denominada por moradores locais como região do Arranchador. Na Figura 15 é apresentada uma imagem geral da área.

Figura 15- Visão aérea da região conhecida com Arranchador. Fonte: Google Earth, 2017.



As feições geomorfológicas locais são resultado da atividade mineradora. Algumas evidências locais como presença de veios pouco profundos, mostram que a situação pode ter sido agravada pela retirada de camada de solo por garimpeiros sem o uso de máquinas. Segundo informações encontradas na literatura, o topázio imperial está localizado em grandes profundidades, o que justifica a dificuldade da mineração nesse local, intensificando a ocorrência de processos erosivos (Figura 16). Com a retirada da camada superior de solo, que continha um material com características semelhantes ao caulim (granulometria superfina), houve exposição do solo o que causou o grande impacto visual.

O local apresenta evidências da ocorrência deslizamento de massa e é possível notar na paisagem grandes blocos que foram deslocados ao longo dos anos, além das árvores com troncos curvos, habitualmente ligado ao rastejo e movimento de blocos, como pode ser visto nas Figuras 17 e 18.

Figura 16- Feições erosivas encontradas na paisagem do distrito de Rodrigo Silva.



Figura 17- Sinais de deslizamento.



Figura 18- Árvores com troncos curvos encontrados na região.



A geologia local é marcada pela ocorrência de rocha filítica de coloração clara e escura (Figura 19), com tonalidades bem distintas, afloramentos típicos da formação Gandarela (caulinita e filitos claros) e Batatal (filito escuro e traços de hematita).

Figura 19- Filitos em colorações distintas - clara e escura.



Apesar da grande movimentação de massa ao longo de toda feição, o curso d'água próximo ao local estudado não apresenta visualmente índices relevantes de sedimentos, o que, visivelmente, não causou prejuízo na drenagem das águas, não apresentando nenhuma característica que comprove assoreamento, como pode ser visto na Figura 20.

Figura 20- Drenagem com baixo teor de sedimentos finos no seu curso.



6.2.2 MINA ANTÔNIO BORO

Localizada próximo ao centro urbano do distrito de Rodrigo Silva. O acesso pode ser feito por estrada de terra à direita da região conhecida Arrozal, mesmo acesso da área conhecida como Arranchador. É denominada por moradores locais como mina Antônio Boro (Figura 21).

Na data da primeira visita técnica, não havia nenhum vestígio de mineração recente no local. A partir de conversas com moradores locais, chegou-se à informação de que as atividades extrativistas estavam paralisadas devido às questões legais que envolvem os herdeiros do empreendimento. Próximo à mina foram encontrados um galpão, sem nenhuma presença de maquinário, e uma pequena plantação adjacente ao local.

A área é marcada por cavas bem profundas, solo de granulometria fina e pouco espesso, com horizontes A e B pouco profundos, além da presença de rochas com alto índice de intemperismo, como mostrado na Figura 22.

Figura 21 - Vista aérea da região da Mina Antônio Boro. Fonte: Google Earth (2017).



Figura 22 – Cavas profundas na mina Antônio Boro.



Buscando fatos históricos da região, encontraram-se relatos que descreviam os tamanhos e as colorações raras de exemplares de topázio imperial encontrados nessa mina. O mineral apresentava coloração roxa, vermelha e amarela.

Como indício da atividade mineradora, foram encontradas pequenas barragens ao longo da extensão da mina. Os barramentos, construídos com fragmentos de rocha e troncos de árvores (Figura 23), têm como principal função impedir o deslocamento do mineral nos períodos de chuva, a fim de facilitar a captura do cristal de topázio imperial ao fim desses períodos.

Figura 23- Barragem encontrada na Mina Antônio Boro.



6.2.3 ÁREA JOÃO SUMIDO

A área onde se concentram as nascentes do córrego Cipó (Figura 24) forma um divisor de águas entre as sub-bacias do Cipó e do Arranchador. Essa região vem sendo garimpada há anos, pois se trata do ponto onde praticamente tudo começou. Conhecida na região como João Sumido. Essa área é uma das mais atingidas pelo garimpo semi-mecanizado. Contudo, ainda restam algumas áreas verdes preservadas e no interior de uma delas se acredita estar a nascente principal do córrego citado (PEIXOTO e LIMA, 2004).

Figura 24- Visão aérea da região João Sumido. Fonte: Google Earth, 2017.



Segundo Peixoto (2004), o intenso processo erosivo que acomete este trecho e que provocou um corte em cunha profundo no morro divisor de águas foi consequência de práticas antigas de garimpo, onde os donos da área abriam pequenas valas no talude para coletar e desviar a água da chuva até os pontos de lavra, como mostrado no esquema apresentado na Figura 25. Esta água servia para a lavagem e a exposição de cascalho nestes pontos, o que facilitava a extração do topázio. Com o tempo, estes cortes foram se expandindo naturalmente devido à ação das fortes chuvas que comumente incidem sobre a região, entre novembro e março, como pode ser visto na Figura 26.

Os processos erosivos intensos foram gradativamente sendo ampliados, desagregando parte do morro, muito provavelmente soterrando uma das nascentes do córrego Cipó e colocando em risco outras próximas com a sedimentação das partículas geradas neste processo (Figura 27).

Figura 25- Esquema ilustrando a distribuição dos elementos envolvidos na temática ambiental do Alto Cipó. Fonte: Peixoto e Lima (2004).

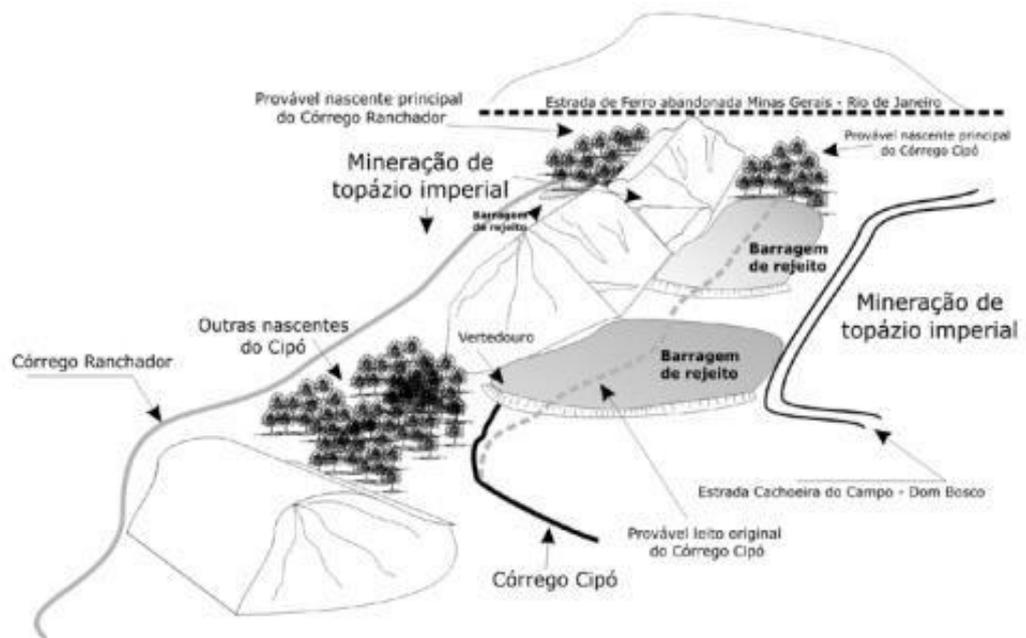


Figura 26- Aumento gradativo dos processos erosivos, desagregando parte do talude da cava aberta.



Figura 27 - Expansão do ravinas devido às fortes chuvas que incidem na região.



Segundo informações coletadas nas entrevistas, atualmente trata-se de uma barragem. Os últimos relatos de alta atividade mineradora são de cerca de 20 anos. Considerada uma mina de grande atividade extrativa, no passado, o empreendimento, no auge de mineração, tinha o acesso restrito a trabalhadores e aos proprietários do local.

A mineração do topázio imperial nessa área era realizada com auxílio de jatos de água. Eram dispostos caminhões e acoplados ao interior dos veículos, peneiras. Após a extração do cristal de topázio imperial desejado, o rejeito era disposto nas proximidades a fim de inviabilizar o assoreamento da barragem presente no local.

Nota-se o bom aspecto visual das águas do lago na região, fato que pode ser justificado pela recorrente manutenção da área. Embora o garimpo não seja realizado em grande escala, com máquinas de grande porte, atualmente, a extração manual ainda é realizada. A atividade é realizada com auxílio de uma peneira, uma pá e um palito de madeira – o topázio imperial é retirado com materiais de madeira para que não ocorra detrimento da qualidade do cristal.

Segundo um dos garimpeiros entrevistados, antigo, no período de chuva os cristais de topázio imperial eram transportados pelas fendas presentes no local. Ao mineral encontrado decorrente desse processo, dão o nome de topázios solteiros, ou seja, não estavam nos chamados “filões”.

Quanto ao córrego cipó, não foi realizado nenhum estudo de hidrossedimentometria a fim de avaliar o volume de sedimentos lançados no curso d'água. Porém, através das visitas de campo realizadas, nota-se a situação crítica do seu leito, como pode ser visto na Figura 28.

Figura 28- Elevado volume de sedimentos lançados no curso d'água, mostrando a situação crítica do leito da drenagem.



6.2.3.1 GARIMPOS CLANDESTINOS NO ALTO CIPÓ

Embora não tenham sido encontrados vestígios de garimpo clandestino nas áreas estudadas, sabe-se que ao longo dos anos de exploração do topázio imperial, essa atividade foi de extrema relevância para a alteração da paisagem encontrada atualmente e a construção da relação dos moradores da região com a atividade garimpeira.

Segundo Peixoto e Lima (2004), a maioria dos garimpos no Alto Cipó foi avaliada como clandestina porque, segundo as observações de campo, este tipo de atividade vinha se desenvolvendo dentro da faixa mínima de preservação da mata ciliar exigida por lei, com invasão de limites internos de terrenos particulares. Tratava-se de área que não possuía registro junto a órgãos como DNPM e Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), e não possuíam licenciamento ambiental ou qualquer outro tipo de documento que a identifica como operação legal. Também não havia registro de cooperativa ou empresa que garantia ao trabalhador segurança, saúde e bem-estar.

Os garimpos clandestinos ou manuais de topázio imperial de Rodrigo Silva podem ser divididos em dois tipos específicos: o garimpo de margem e o de leito. Entretanto, na maioria das vezes, esses tipos se confundem no campo.

Garimpo de margem

Primeiramente, há supressão da vegetação para a retirada da camada de solo orgânico. Sequencialmente, o decapeamento culmina com a remoção dos horizontes superficiais do solo, de modo a dar ao garimpeiro acesso às camadas mineralizadas e preparar a área para a lavra em profundidade. O decapeamento pode ser desenvolvido por meio de enxadas, enxadões e picaretas. A abertura da frente de lavra é a fase posterior ao decapeamento, onde os garimpeiros procuram, conforme a necessidade, expandir horizontal e verticalmente sua área de atuação, escavando horizontes mais profundos de solo e as camadas mineralizadas denominadas cascalho. Essas camadas, mais resistentes ao avanço da lavra, são formadas pelas rochas com veios de quartzo onde há a ocorrência do topázio imperial. A profundidade das escavações, tomando-se como nível de referência o topo do horizonte A do solo, varia muito, podendo atingir de 2 a 7 metros. Os cortes são abertos em taludes de 90 graus ou taludes irregulares negativos (PEIXOTO e LIMA, 2004).

Garimpo de leito

Esse tipo de garimpo é executado diretamente no leito do córrego ou próximo à margem deste. Desconsiderando o desmatamento e o decapeamento, basicamente comporta as mesmas operações realizadas no garimpo de margem. Tem como diferencial o maior volume de água acumulado nas frentes de lavra e a instabilidade dos taludes escavados no leito do córrego.

6.2.4 TOPÁZIO IMPERIAL MINERAÇÃO

Situada a 11,2 km do centro de Ouro Preto, a mina Topázio Imperial encontra-se próxima à mina Capão do Lana (Figura 29). A Topázio Imperial Mineração iniciou sua operação em 1971. É uma das poucas mineradoras de gemas do mundo que funciona com sistema totalmente mecanizado, como mostrado na Figura 30. Realizou levantamentos geológicos e pesquisas de seu subsolo, cumprindo todos os requisitos legais. Opera de acordo com planos de lavra aprovados, acompanhados e fiscalizados pelos órgãos oficiais de mineração (TOPÁZIO IMPERIAL, 2017).

Figura 29- Visão aérea da área do empreendimento Topázio Imperial. Fonte: Google Earth, 2017.



Sua estrutura é composta pela frente de lavra, Figura 31, uma barragem de água e algumas barragens de rejeito adjacentes à área minerada. Próximo ao pátio de mineração pode-se notar ao longo da paisagem diversas barragens de rejeito já preenchidas e recobertas com vegetação. Através de entrevistas realizadas no local, têm-se que as atividades nesse local são recentes, o que gera discordância em relação as capacidades máximas dessas barragens.

Figura 30- Frente de Lavra em atividade na Topázio Imperial Mineração.



Figura 31- Frente de lavra da Topázio Imperial Mineração.



Um dos pontos mais críticos na área que circunda essa região é a situação do córrego que tem seu curso a poucos metros do local de instalação da mina. Nota-se a escassez de água, e embora não tenha sido realizado nenhum estudo de

hidrossedimentometria no seu leito, é possível identificar traços de assoreamento, dado pela elevada concentração de sedimentos ao longo do percurso, como pode ser observado na Figura 32.

Figura 32 - Situação do córrego com traços de assoreamento, devido ao grande volume de sedimentos depositados ao longo do seu curso.



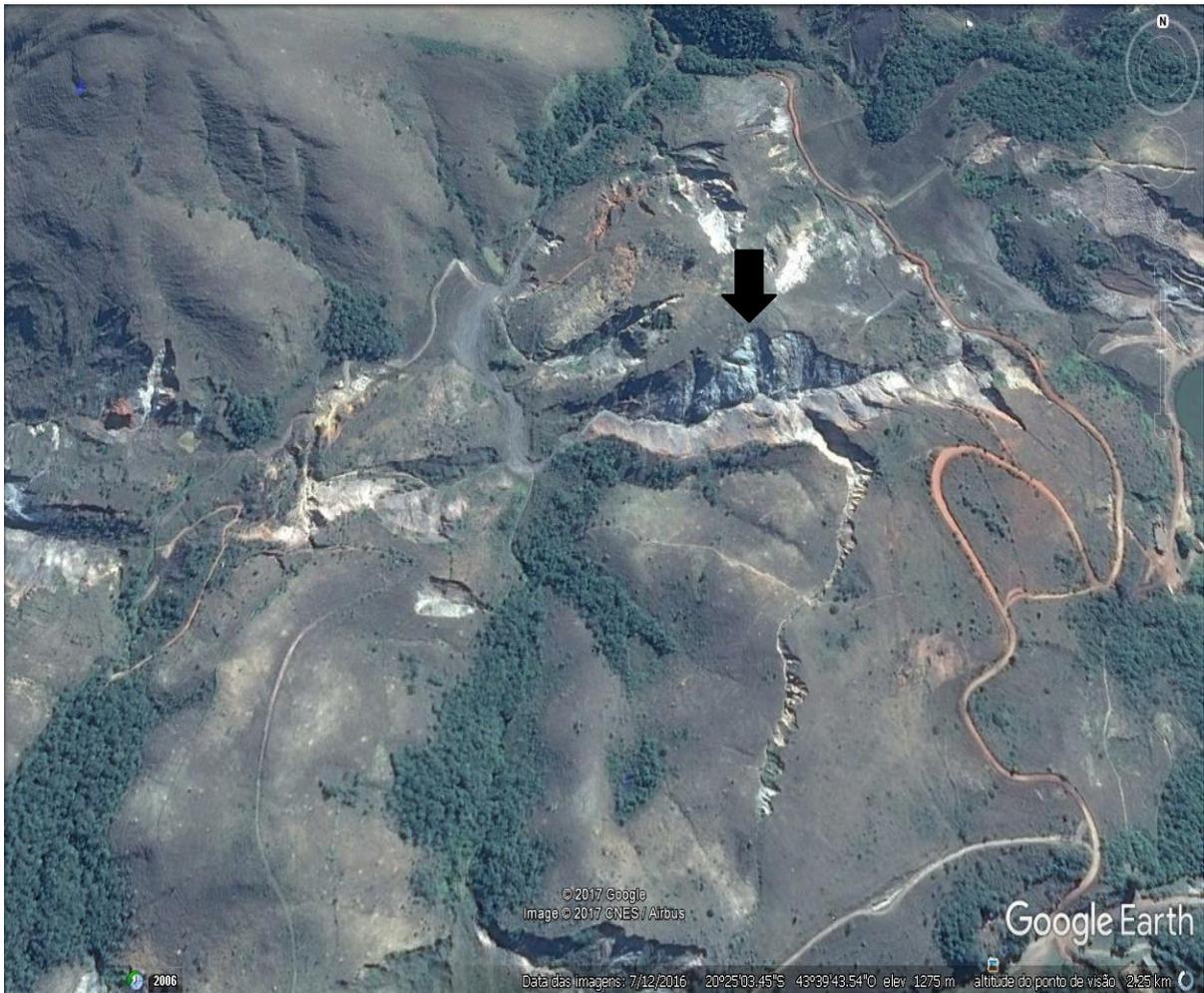
6.2.5 MINA CAPÃO DO LANA

Durante as visitas de campo realizadas não foi possível visitação na mina do Capão do Lana. Nas datas de visitação as atividades estavam paralisadas e sem previsão de retorno. Segundo moradores do distrito, as atividades encontravam-se interrompidas devido a problemas legais relacionadas às barragens de rejeito de propriedade da mineradora. Ao entrar em contato com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) não houve nenhum tipo de confirmação dessa informação.

6.2.6 TOPÁZIO IMPERIAL MINERAÇÃO – MINA DESATIVADA

Localizada próximo à frente de lavra pertencente a Topázio Imperial Mineração que se encontra em atividade. A mina desativada tem seu acesso liberado por uma estrada de terra próxima a via (Figura 33).

Figura 33- Vista aérea da região de mineração desativada. Fonte: Google Earth (2017).



Essa mina apresenta feições geológicas expostas e cavas frutos da mineração de topázio imperial ao longo de ano, como mostrado nas figuras 34 e 35. No interior da cava existem marcas de transporte feito por caminhões recentemente, porém nenhuma máquina ou qualquer outro indício de atividade mineradora foi encontrada na área.

Figura 34- Cavas abandonadas e feições geológicas fruto da mineração de topázio imperial e do intemperismo químico e físico.



Figura 35- Cava abandonada fruto da mineração de topázio imperial.



6.2.7 FEIÇÕES EROSIVAS E DRENAGENS ASSOREADAS

Juntamente com cavas encontradas ao longo da área de Rodrigo Silva devido a atividade mineradora de topázio imperial, nota-se na paisagem dezenas de feições erosivas (Figura 36). São comumente encontradas próximas às estradas, taludes e as minas presentes na região (Figura 37). Próxima a área desativada do

empreendimento Topázio Imperial Mineração nota-se uma drenagem, de grande extensão, totalmente assoreada (Figura 38) com níveis elevados de sedimento depositado, assim como barragens já totalmente cobertas por vegetação, o que pode ser um marcador da data de operação das atividades dessa mina.

Figura 36 - Vista aérea de feições erosivas no distrito de Rodrigo Silva. Fonte: Google Earth (2017).



Figura 37- Feições erosivas comumente encontradas nas paisagens ao longo da região de Rodrigo Silva.



Figura 38- Curso de água totalmente assoreado. Fonte: Google Earth, 2017.



7 CONCLUSÃO

As atuais condições ambientais do distrito de Rodrigo Silva estão marcadas pelo comprometimento das paisagens locais pela presença de inúmeras cavas fruto da mineração de topázio imperial ao longo dos séculos, voçorocas e ravinas provocadas pela erosão, ocasionando deslizamentos na extensão dos taludes, que são potencializados pela ocorrência das fortes chuvas, além do assoreamento dos cursos d'água devido aos depósitos de sedimentos. Dessa forma, nota-se que o garimpo de topázio imperial compromete o ecossistema da região e a infraestrutura pública, visto que estradas de acessos a pontos menos povoados do local estão sendo severamente afetadas pelas erosões presentes na área estuda.

Nota-se um forte elo entre a comunidade e a mineração, uma vez que duas grandes minas de exploração do mineral ainda estão em atividade e diversos moradores do povoado de Rodrigo Silva são antigos garimpeiros. A prática do garimpo, embora ilegal, gera movimentação na economia local, trazendo riqueza para a comunidade. Sendo assim, o fechamento das mineradoras torna-se totalmente inviável. Para que o nível de equilíbrio entre economia e preservação ambiental seja estabelecido recomenda-se estudos profundos, principalmente no âmbito

hidrológico e geomorfológico, bem como maior fiscalização por parte dos órgãos públicos e da sociedade, com objetivo de garantir que as normas sejam respeitadas e que minimize o prejuízo ambiental.

É de total relevância programas de controle, mitigação dos impactos já gerados e planejamento das áreas ainda em atividade. O distrito detém uma fonte de riqueza preciosa, de total relevância no cenário mineralógico, porém, é necessário melhorar os investimentos na preservação de todo seu patrimônio natural e na conscientização da população por meio de projetos educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKIMIN, F.F., Quade,H & Evangelista, M.T. 1988. **Sobre a história da deformação dos metassedimentos do Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. Ouro Preto. Departamento de Geologia- Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.

BALKAU, F. **Managment of environmental issues at mines: an international perspective**. In: WORLD MINING ENVIRONMENT CONGRESS, 1, 1995, Nova Delhi. Proceedings... Nova Delhi, A. A. Balkema/ Rotterdam/ Brookfield, 1996. p. 1-16

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p. il.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado em Engenharia Mineral. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997. 184 p.

CASTAÑEDA, C.; ADDAD, J. E.; LICCARDO, A. **Gemas de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Lastro, SBG, Unicentro Newton Paiva, 2001. 280p. il.

DERBY, O.A. **The Serra of Espinhaço**. Journal Geol.v.14.p.374-401. 1906

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: **RECUPERAÇÃO de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 1-7.

DNPM – Departamento Nacional de Proteção Mineral. Site oficial. Disponível em:< <http://www.dnpm.gov.br/>>. Acessado em: 2 agosto. 2017.

DORR, J.V.N. **Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero de MG.** Publicação Especial 1.1959.

ENDO, I. **Análise estrutural qualitativa do minério de ferro e encaixantes na mina de Timopoba- Borda Leste do Quadrilátero Ferrífero, Mariana –MG.** Ouro Preto. Departamento de Geologia/EM, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.1988.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil.** 2002. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/minera.pdf>. Acesso em: 16 de junho de 2017.

FERREIRA, S. B. **Topázio imperial.** 2002. 20 f. il. Notas de aula. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto: 2002.

GANDINI, A. L. **Mineralogia, inclusões fluidas e aspectos genéticos do topázio imperial da região de Ouro Preto, Minas Gerais.** 1994. 212 f. il. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Avaliação de impacto ambiental:** agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília, 1995.136.p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Mineração & meio ambiente.** Brasília: IBRAM, 1992. 126p. il.

LINS, F. F. **Brasil 500 anos - a construção do Brasil e da América Latina:** histórico, atualidades e perspectivas. Rio de Janeiro: CETEM/MTC, 2000. 254p.

MARSHAK, S.; ALKMIM, F.F. **Proterozoic extension/contraction tectonics of the southern São Francisco Craton and adjacent regions, Minas Gerais, Brazil: a kinematic model relating Quadrilátero Ferrífero, São Francisco Basin and Cordilheira do Espinhaço.** Tectonics, v.8, n.3, p.555-571, 1989.

MARTINS, R. B.; BRITO, O. E. A. **A história da mineração no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1989. 128p. il.

MORAES, M.A.S.1985. **Reconhecimento de fácies sedimentares em rochas metamórficas da região de Ouro Preto, Minas Gerais**. Belo Horizonte. Anais.p.84-93.

MASTER AMBIENTAL, 2017. Disponível em: <
<https://www.masterambiental.com.br/>>. Acesso em: 10. Julho 2017.
OURO PRETO,2017. Prefeitura de Ouro Preto. Disponível em:
<<http://www.topazioimperial.com.br/empresa>>. Acesso em: 05 abril 2017.

PEIXOTO, R. J., Lima H. M. Diagnóstico dos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, Sub bacia do rio das Velhas, MG. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 57(4): 249-254.2004

ROESER, H.M.P; ROESER, P.A. O Quadrilátero Ferrífero- MG, Brasil: Aspectos sobre sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados.Geonomos18.2010.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.495 p.

SAUERET, D. A., KELLER, A. S., MCCLURE, S. F. An update on imperial topaz from the Capão Mine, Minas Gerais, Brazil. **Gems&Gemology**, v. 32, p. 232-241 il., winter 1996.

SOBREIRA, F.G.et al. Divulgação do acervo de mineração no período colonial em Ouro Preto e Mariana. **Revista Ciência em extensão**.2010.

TOPÁZIO IMPERIAL. 2017. Disponível em:<
<http://www.topazioimperial.com.br/empresa.htm> >. Acesso em: 05 abril 2017.