

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Geologia

**A MINERAÇÃO DE ARGILA REFRAATÁRIA NA CHAPADA SEDIMENTAR DO
TRIÂNGULO MINEIRO: ASPECTOS LEGAIS DA EXPLORAÇÃO E
RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS**

Vitor Costa Silveira

Orientadora: Prof. Dra. Vânia Silvia Rosolen

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

VITOR COSTA SILVEIRA

A MINERAÇÃO DE ARGILA REFRAATÁRIA NA CHAPADA
SEDIMENTAR DO TRIÂNGULO MINEIRO: ASPECTOS
LEGAIS DA EXPLORAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS
DEGRADADAS

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
- Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de Geólogo.

Rio Claro – SP

2017

VITOR COSTA SILVEIRA

**A MINERAÇÃO DE ARGILA REFRATÁRIA NA CHAPADA
SEDIMENTAR DO TRIÂNGULO MINEIRO: ASPECTOS
LEGAIS DA EXPLORAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS
ÁREAS DEGRADADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Geólogo

Comissão Examinadora

Profª. Dra. Vânia Silvia Rosolen (orientadora)

Prof. Dr. César Augusto Moreira

Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Rio Claro, 19 de Junho de 2017.

Vitor Costa Silveira

Profª. Dra. Vânia Silvia Rosolen

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, Fábio e Elenice, e minha irmã, Thaís, pelo apoio nessa fase da vida e por todo suporte que deram nessa jornada. A minha namorada, Maria Clara, pelo carinho e companheirismo.

À minha orientadora Profa. Vânia, sempre presente e disposta em sanar as dúvidas e percalços do caminho. Um grande exemplo de pessoa, dotada de grande paciência e empatia com o próximo.

Ao Francisco, funcionário da SUPRAM-TM, que se mostrou muito solícito na obtenção dos documentos ambientais. Graças a ele, foi possível um entendimento mais maduro da situação das minerações.

À empresa Magnesita, que permitiu a visita e, em especial, aos funcionários Fabrício e Ariadna, que explanaram diversas dúvidas e estavam muito dispostos a ajudar.

Aos colegas da UNESP, em especial Helder Granuzzio, pela ajuda com ArcGis, e Fernanda Menin, pelas dicas na obtenção dos documentos.

Aos professores César Moreira e Fábio Reis por aceitarem compor a banca.

RESUMO

As argilas refratárias da chapada sedimentar do Triângulo Mineiro são matéria prima para a fabricação de chamotes e tijolos cerâmicos, utilizados na fabricação de fornos industriais. Companhias siderúrgicas, petroquímicas, de cimento e vidro são alguns dos consumidores deste tipo de produto. Apesar dessa importância, os empreendimentos minerários da região são alvo de discussão acerca do impacto ambiental causado, uma vez que o minério é condicionado às zonas de nascentes dos rios que abastecem o município de Uberlândia (aproximadamente 670.000 habitantes), enquadradas como Áreas de Proteção Permanente (APP) no Código Florestal Brasileiro. O presente trabalho visa discutir a gênese desse minério e a atuação das minerações, com foco nos aspectos legais que envolvem a atividade e a recuperação das áreas degradadas. Para isso, foram consultadas a literatura geológica da região, os diversos aspectos da legislação brasileira e as técnicas de recuperação de áreas degradadas. Também foram analisadas as imagens aéreas da chapada, dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e de órgãos ambientais, assim como a documentação presente junto aos licenciamentos ambientais desses empreendimentos. A gênese do minério é associada a processos supérgenos de mineralização, a partir de arenitos arcoseanos da Formação Marília, da Bacia Bauru. A ferruginização e posterior desferruginização e dessilisificação foram determinantes no enriquecimento relativo de alumínio, fornecendo características refratárias a essas argilas. A recuperação de áreas degradadas é baseada na reconstrução topográfica do terreno com material estéril e na implementação de biótopos úmidos. São propostos novos estudos, de caráter ecológico, hídrico e econômico, referentes a essas formas de recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: mineração. argila refratária. triângulo mineiro. licenciamento ambiental. recuperação

ABSTRACT

The fire clays founded in the sedimentar plateau of West Minas Gerais (Triângulo Mineiro) are the raw material for the manufacture of ceramic bricks, used in the construction of industrial ovens. Steel-making, petrochemical, cement and glass companies are some of the consumers of this kind of product. Despite this importance, the mining projects in the region are the subject of discussion about the environmental impact caused, since the ore is conditioned to the areas of river sources that supply the municipality of Uberlândia (approximately 670,000 inhabitants), classified as Areas of Permanent Protection (APP) in the Brazilian Forest Code. This work aims to discuss the genesis of this ore and the operation of the mining, focusing on the legal aspects that involve the activity and the recovery of the degraded areas. For that, the geological literature of the region, the various aspects of the Brazilian legislation and the techniques for recovering degraded areas were consulted. Aerial images of the plateau, DNPM data and environmental organs were also analyzed, as well as the documentation present with the environmental licensing of these projects. The ore genesis is associated with processes of mineralization, from Arcosean sandstones of the Marília Formation of the Bauru Basin. Ferruginization and subsequent deferruginization and desilisation were determinants of the relative enrichment of aluminum, providing refractory characteristics to these clays. The recovery of degraded areas is based on the topographic reconstruction of the land with sterile material and the implementation of wet biotopes. Ecological, hidric and economic studies are proposed, referreng to these forms of degraded areas recovery.

Key-words: mining. fire clay. triângulo mineiro. enviromental licensing. recovery

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de localização da área de estudo	12
Figura 2 Localização da Bacia Bauru. Fonte: Iori et al, 2009	14
Figura 3 Carta estratigráfica da porção leste da Bacia Bauru, com destaque para o Grupo Bauru. Fonte: Batezelli, 2016	15
Figura 4 Modelo de sedimentação da Bacia Bauru, segundo Fernandes & Coimbra (1992). Fonte Chaves, 2008.....	16
Figura 5 Perfil esquemático ilustrando a ocorrência das argilas refratárias na região. Fonte: Zambrano, 1981	17
Figura 6 Relação de minerais estratégicos para a Balança Comercial. Fonte IBRAM, 2015	19
Figura 7 Gráficos de estabilidade da caulinita segundo a disponibilidade de SiO ₂ (aq) vs. pH. a) 25°C. b) 100°C c) 200°C d) 300°C. Fonte: Dill (2016)	20
Figura 8 Modelo Geológico esquemático da mineralização de argila refratária	23
Figura 9 Horizonte pedogenético (gleissolo) com destaque para a camada de matéria orgânica superior e a argila aluminosa. Fonte: Coelho (2017).....	23
Figura 10 Latossolos com concreções ferruginosas típicos das áreas de topo	23
Figura 11 Quadro Comparativo da legislação das Áreas de Preservação Permanente no Brasil até 2012. Fonte: Oliveira, 2013 modificar e rever. Procurar artigo wetland	30
Figura 12 Largura da faixa marginal a ser mantida ao longo do curso d'água em área já consolidada antes de 22 de julho de 2008, segundo o Novo Código Florestal. Fonte FAEG,2012.....	31
Figura 13 Largura da faixa marginal (APP) a ser mantida ao longo do curso d'água em áreas não ocupadas até 22 de julho de 2008, segundo o Novo Código Florestal. Fonte FAEG,2012	31
Figura 14 Gráfico do balanço hídrico climatológico médio mensal realizado da Agência Nacional de Águas (ANA) no Rio Uberabinha. Fonte: ANA. Retirado de Queiroz (2012)	36
Figura 15 Discriminação dos processos minerários na área de estudo e adjacências, com destaque para as concessões de lavra em vermelho, os requerimentos de lavra em laranja e as autorizações de pesquisa em verde. Fonte: DNPM	37
Figura 16 Imagem aérea mostrando as áreas de lavra das argilas refratárias junto a uma nascente (Córrego do Caroço)	39
Figura 17 Condicionantes da estratégia de revegetação. Modificado de HOLL, 2011 ..	42

Figura 18 Tabela de efluentes líquidos do processo de beneficiamento. Fonte: Magnesita, 2010	50
Figura 19 Área de concessão Jacaré em processo de reabilitação. Nota-se que não houve reconformação do terreno, pois há argila exposta (endurecida) e presença de plantas invasoras (brachiaras).	52
Figura 20 Área de concessão Beija-Flor, inserido ao ambiente e com diversidade de vegetação.	52
Figura 21 Rompimento do talude de um biótopo úmido na área Tijuco.	53
Figura 22 Ambiente semelhante ao dos depósitos de argila refratária e ainda não impactado pela extração do minério.	54
Figura 23 Espécime da fauna local encontrado em área não impactada pela mineração.	55
Figura 24 Exposição do nível freático em lavra de argila refratária	55
Figura 25 Área de empréstimo de material	56
Figura 26 Área em processo de restauração pela empresa Magnesita	56

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1 Importância de minerais não-metálicos e gênese das argilas refratárias	18
4.2 Gênese do Minério	21
4.3 Legislação Brasileira e a atividade minerária de argila refratária	24
4.4 Processos Minerários na Área de Estudo e questões ambientais	36
4.5 Recuperação de áreas degradadas.....	40
4.6 Licenciamento ambiental das minerações.....	42
4.6.1 IBAR.....	43
4.6.2 Magnesita	48
4.7 A extração do minério e a recuperação de áreas degradadas.....	53
5. CONCLUSÕES.....	59
6. REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

Os recursos minerais são aplicados nos vários segmentos de produção e são essenciais para o desenvolvimento das sociedades urbano-industrial e rural. Os materiais para a construção de uma casa, a matéria-prima utilizada em automóveis e em outras máquinas provém, em parte, de recursos retirados do meio geológico, através da mineração.

A mineração desempenha um importante papel na economia do Brasil, sendo que essa atividade já representou cerca de 5% do PIB industrial nacional (2014) e, atualmente (dados de julho/2015), emprega 214.070 trabalhadores diretos, sem mencionar toda a cadeia de empregos indiretos relacionados a esse setor. A produção de bens não-metálicos, entre eles a argila refratária, é de grande importância, empregando diretamente em torno de 95 mil trabalhadores (IBRAM, 2015).

O estado de Minas Gerais é o mais importante minerador do país, representando 29% da produção nacional de minérios, com essa atividade presente em mais de 400 municípios (IBRAM, 2015).

A região do Triângulo Mineiro, onde está inserido o município de Uberaba, teve sua origem como uma zona de passagem para as minas de ouro e diamante de Minas Gerais e Goiás. No entanto, a partir da exaustão das jazidas no século XVIII foram iniciados na região dois processos de povoamento distintos, um ligado a agropecuária e outro à mineração. A partir da década de 1960, com a construção de Brasília, houve um aumento considerável nas concessões de lavra para bens não-metálicos, como areia, basalto e argila, impulsionadas pela construção civil no Planalto Central (LOURENÇO, 2015). Inclui-se nesse processo, especialmente após a década de 1970, a extração de uma argila aluminosa com características refratárias, inseridas em um contexto geológico e geomorfológico singular.

A argila refratária ocorre em uma região de chapada sedimentar, localizada entre os municípios de Uberaba e Uberlândia. Este minério é matéria prima para a construção de tijolos refratários, utilizados em uma ampla gama de segmentos industriais (CORRÊA, 2006). No entanto, os depósitos estão condicionados a regiões próximas de córregos e rios, podendo degradar áreas de grande importância ambiental, relacionadas a recarga hídrica dos rios que abastecem o município de Uberlândia.

Desta forma, a região é alvo de discussões acerca do impacto que a extração mineral causa no meio ambiente e que por essa razão exige que as etapas de licenciamento ambiental e restauração das áreas sejam rigidamente cumpridas. Realizada por duas empresas, IBAR

(Indústria Brasileira de Artigos Refratários) e Magnesita Refratários, as lavras constantemente atingem o nível freático, o que inevitavelmente altera a dinâmica hídrica e torna as águas subsuperficiais mais suscetíveis a degradação. Como consequência direta é possível citar uma interferência na qualidade e na quantidade de água das nascentes, que estão diretamente ligadas aos sistemas de coleta de água dos municípios da região.

Neste contexto, há um conflito com os preceitos de Áreas de Proteção Permanente (APP) impostas pelo Código Florestal (OLIVEIRA, 2013), que inviabilizam este tipo de atividade em áreas próximas a nascentes. Este fato, implica em condicionantes do órgão ambiental Superintendência Regional de Meio Ambiente do Triângulo Mineiro (SUPRAM-TM) para esta atividade, determinando distâncias mínimas de pelo menos 50 metros dos cursos d'água.

Este trabalho é uma pesquisa exploratória baseada em consultas bibliográficas e estudos de caso. Tem por finalidade proporcionar informações sobre o assunto a ser investigado (as minerações de argila refratária) possibilitando sua definição e seu delineamento para orientar a fixação dos objetivos e a formulação de hipóteses. Tem como objetivo analisar o licenciamento ambiental dessas minerações e a forma de recuperação de áreas degradadas previstas na documentação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão da literatura de aspectos geológicos, legais e de recuperação de áreas degradadas, junto a interpretação de imagens aéreas e avaliação de cavas de argila refratária são os alicerces deste trabalho. Posteriormente, visitas de campo permitiram conhecer o processo de extração, o beneficiamento do minério e a restauração das áreas degradadas. Finalmente, foram analisados os licenciamentos ambientais das empresas, com foco nos passivos ambientais e na recuperação das áreas degradadas.

O trabalho foi iniciado com a revisão bibliográfica dos aspectos geológicos relacionados ao enriquecimento supérgeo de argilas refratárias da Bacia Bauru, na região denominada neste trabalho de Chapada Sedimentar do Triângulo Mineiro. Esta etapa visa entender as condicionantes do minério e sua disposição na área.

O estudo da legislação tem como objetivo dar a base legal para a avaliação. Para isso foram utilizados artigos da constituição, leis complementares, o Código de Mineração, o Código Florestal e as resoluções técnicas. Foram extraídas de informações públicas,

disponibilizadas pela Casa Civil ligada ao Governo Federal e pelo Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA)

A revisão de conceitos básicos de recuperação de áreas degradadas permitiu o amadurecimento nesta temática, com o melhor entendimento das técnicas empregadas e sua necessidade para um meio ambiente mais equilibrado.

As imagens aéreas de processos minerários foram obtidas junto ao Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), a partir do Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE. As informações se apresentam no datum SIRGAS 2000 e são atualizadas diariamente. São necessárias para entender como se dá a exploração mineral na região atualmente e para uma perspectiva futura.

A análise da área de estudo se baseia no uso de imagens aéreas, que incluem as disponibilizadas pelo Google Earth e as bases do Arc Gis, da empresa ESRI. Foi possível interpretar, a partir dessas imagens, a ocorrência da argila refratária, que se encontra nas cabeceiras dos córregos e rios, também designados campos de murundus, caracterizados pela coloração mais escura (devido a hidromorfia do solo) quando comparada a áreas vizinhas. A elaboração de mapas foi realizada por meio software Arc Gis, da empresa ESRI. Foi elaborado um modelo geológico para melhor entendimento da ocorrência do minério. O software utilizado foi o Adobe Illustrator.

Entre os dias 08 e 10 de março de 2017 ocorreu uma visita de campo, com o propósito de avaliar a situação ambiental das minerações e seus impactos e passivos ambientais, além de auxiliar na compreensão do ambiente natural e a gênese do minério.

Foram avaliadas a documentação do licenciamento ambiental das empresas IBAR e Magnesita, a partir do Relatório de Controle Ambiental (RCA), do Plano de Controle Ambiental (PCA) e Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) disponibilizados pelo órgão ambiental SUPRAM-TM.

O processo da empresa IBAR é o de número 00397/1990/041/2010, referente ao PCA/RCA, relacionado ao processo minerário 817438/1970 (DNPM).

Para a empresa Magnesita os processos utilizados foram o 00178/1994/004/2009 (RADA), e o 00179/1994/003/2010 (RADA), relacionados ao processo minerário 920.761/88 (DNPM), pertencente ao grupamento mineiro (107/90).

3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Situada nas chapadas sedimentares do Triângulo Mineiro, a área de estudo compreende a área de ocorrência de argila refratária, definida a partir dos dados minerários fornecidos pelo DNPM. Estão incluídas as áreas de cinco municípios: Uberaba, Uberlândia, Nova Ponte, Sacramento e Conquista (Figura 1), majoritariamente entre os paralelos 19°S e 20°S e os meridianos 47°W e 48°W. O limite noroeste consiste na BR-050, que liga São Paulo a Brasília e, localmente, Uberaba a Uberlândia. É o principal meio de acesso à área, em especial quando a origem é o estado de São Paulo. O limite nordeste da área de estudo, consiste na BR-452, que liga Araxá a Uberlândia, sendo o principal meio de acesso de Belo Horizonte. As partes Sudoeste, Sul e Sudeste são delimitadas pelo próprio relevo da chapada, caracterizado por vertentes com grande incidência de drenagens, estas, porém sem relatos de enriquecimento de argilas refratárias.

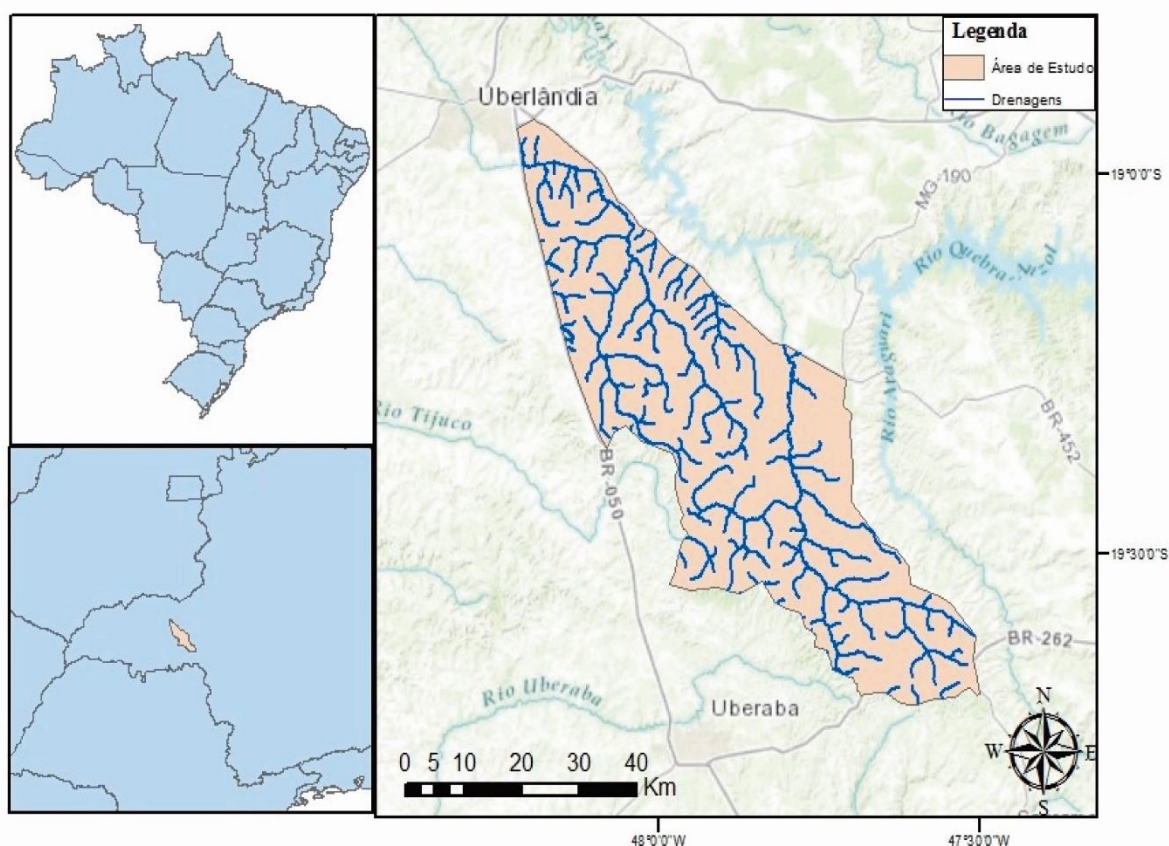


Figura 1 Mapa de localização da área de estudo

O relevo pode ser caracterizado como pertencente ao domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, especificamente no Planalto Meridional da Bacia do Paraná

(AB'SABER, 1963). São denominadas Planícies de Cimeira ou Veredas, as áreas caracterizadas pela drenagem superficial, definidas pelo regime climático local. São ambientes de nascedouros dos principais cursos d'água que formam a rede hídrica local e regional. Caracteriza-se também a ocorrência de murundus, relevo típico das áreas de ocorrência da argila refratária, sendo essas estruturas de grande valia para a prospecção mineral. Os murundus (ou covoads) são pequenas elevações circulares a elípticas com mais ou menos 1 m de altura e 4 a 6 m de diâmetro, podendo variar em altura e apresentar maior ou menor convexidade (NETO et al., 2011; ROSOLEN, 2015). Os murundus se localizam em áreas topograficamente superiores às veredas, que estão posicionadas junto às planícies de talvegues (ROSOLEN, 2015).

Os solos da região são classificados como Oxissolos vermelhos-amarelos nas regiões melhor drenadas, onde geralmente há a presença da agricultura e pecuária, e como Gleissolos nas áreas de baixa drenagem, que correspondem aos murundus e veredas.

A vegetação faz parte do Bioma Cerrado, com grande ocorrência de gramíneas e arbustos pequenos típicos de áreas alagadas. Nas áreas de veredas, em especial, é descrita a larga ocorrência do Buriti (*Mauritia flexuosa*) (WATZEN, 2006).

O clima segundo a classificação de Köppen é o Aw (clima tropical com Inverno seco), temperatura anual média de 22,5° C e pluviosidade média anual de 1474 mm (QUEIROZ, 2012).

Os remanescentes de vegetação nativa são encontrados em raros fragmentos que estão rodeados pela agricultura e pastagem, atividades essas que dominam a paisagem do local. Percebe-se a fragilidade desse ecossistema, sendo que essas atividades agropastoris degradam a vegetação, a hidrologia e estimulam a erosão e alteração das características químicas e morfológicas do solo (EWING et al., 2012). Estas atividades dominam a paisagem local e fazem uso de pesticidas, fertilizantes e outros compostos químicos que alteram significativamente a qualidade dos solos e água.

A Bacia Bauru, originalmente denominada como Grês Bauru e depois como Formação Bauru, é uma bacia continental interior, do Neocretáceo, localizada no centro-sul da Plataforma Sul-Americana. Formou-se posteriormente à ruptura do Gondwana, sendo composta por uma sequência sedimentar especialmente arenosa, com presença ainda de conglomerados, arenitos tufáceos e calcários, em sua maioria pedogenéticos (SUGUIO, 1973). Tem uma extensão de aproximadamente 370.000 km² e está presente nos estados de São Paulo, Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná (Figura 2).

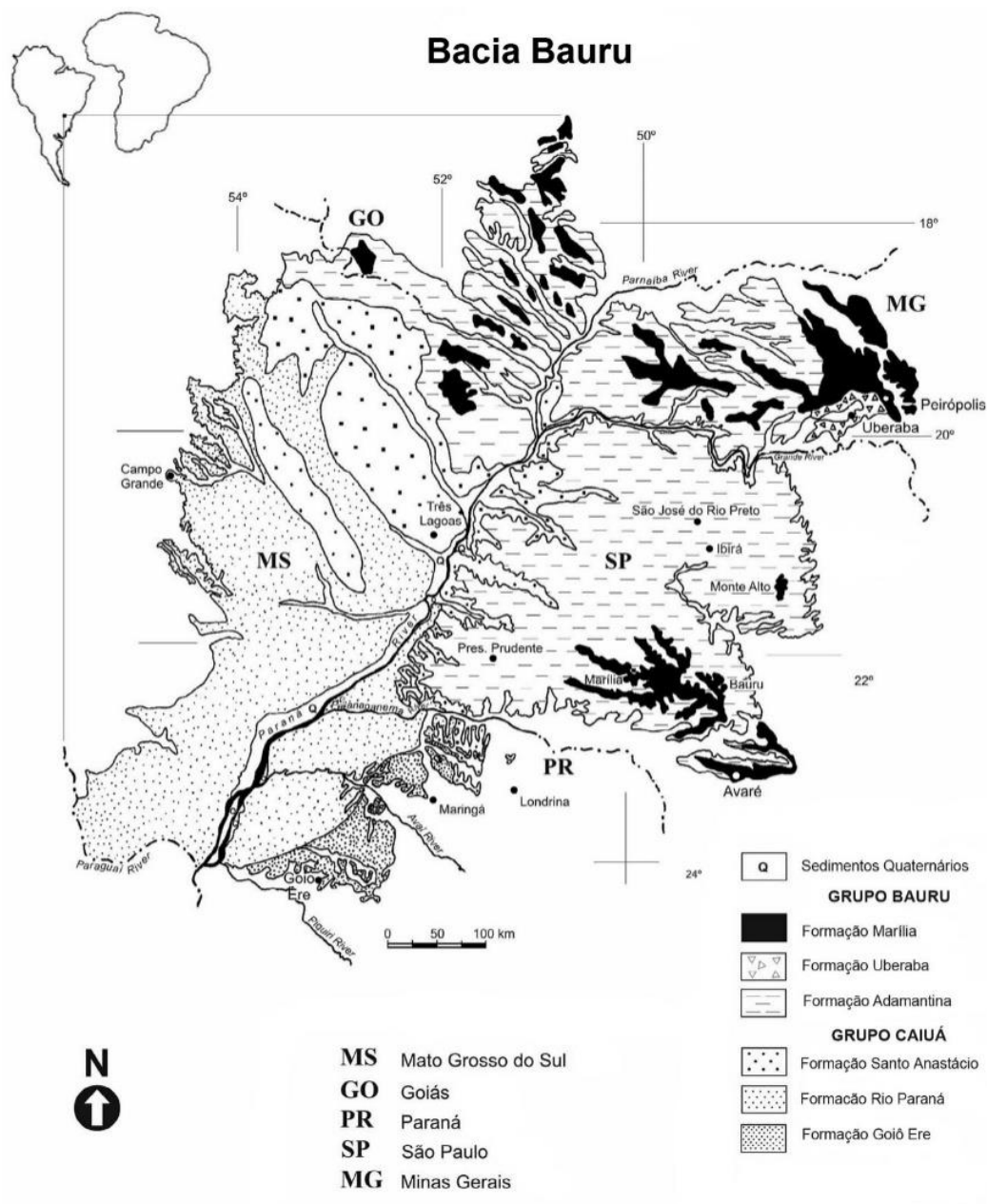


Figura 2 Localização da Bacia Bauru. Fonte: Iori et al, 2009

Relaciona-se a sua origem, processos termolitostáticos, sendo que o espaço de acomodação de sedimentos foi resultado do resfriamento e da contração progressiva da massa basáltica e pelo peso que exerceu sobre a crosta continental (FERNANDES E COIMBRA, 1996; RICCOMINI, 1997).

O grupo Caiuá compreende a Formação Santo Anastácio, a Formação Rio Paraná e a Formação Goiô Ere. Está localizado nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, portanto não é o foco do trabalho.

O Grupo Bauru pela nomenclatura de Almeida et al. (1980) é subdividido nas formações Araçatuba, Adamantina, Uberaba e Marília (Figura 3). No Triângulo Mineiro, onde se baseia o trabalho, ocorrem as formações Adamantina, Uberaba e Marília.

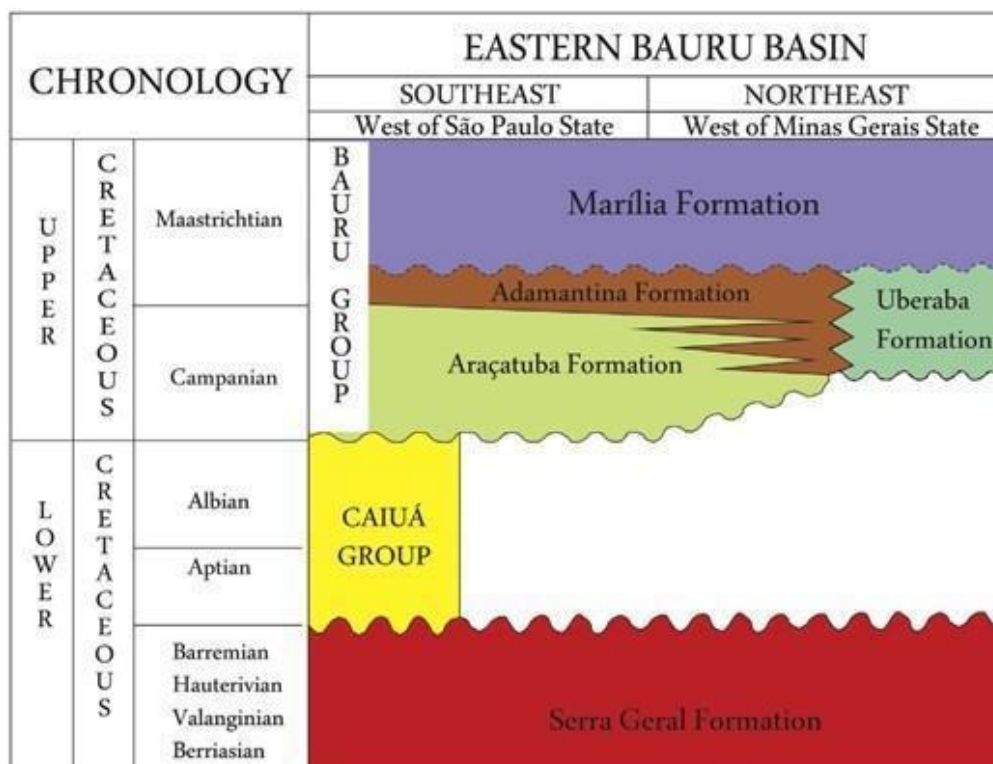


Figura 3 Carta estratigráfica da porção leste da Bacia Bauru, com destaque para o Grupo Bauru. Fonte: Batezelli, 2016

A Formação Uberaba é constituída por arenitos muito finos a lamitos siltosos, arenitos finos subordinados, com matriz argilosa. Exibe cor cinza-esverdeado a verde oliva típica (FERNANDES & COIMBRA, 2000). A Formação Adamantina é constituída por arenitos finos a médios, avermelhados, com seleção moderada, estratificação cruzadas de pequeno a médio porte, estratificação plano paralela e, subordinadamente marcas onduladas (BATEZELLI, 2003)

Na área de estudo, ocorre a Formação Marília. É composta por arenitos conglomeráticos com fragmentos de argilito, grânulos de basalto e de arenito recristalizado e carbonatos, que ocorrem como concreções ou nódulos, cimento, fragmentos fósseis ou, ainda como preenchimento de micro fraturas. A matriz é de areia fina composta por quartzo, magnetita, granada, fragmentos líticos e feldspato, com traços de mica, zircão e piroxênio (GRAVINA et al., 2008). É associada a um modelo de sedimentação de leques aluviais (Figura 4), como proposto por Fernandes & Coimbra (1992). A formação foi subdividida por Barcelos (1984)

em três membros: Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporã, sendo os dois primeiros aflorantes na parte leste do Triângulo Mineiro, enquanto o Membro Echaporã aflora na parte oeste.

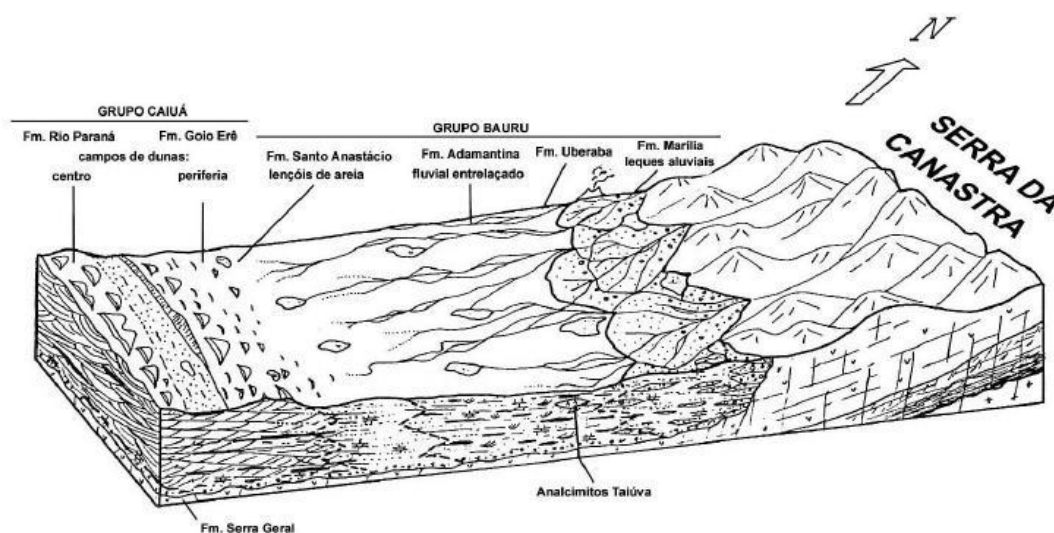


Figura 4 Modelo de sedimentação da Bacia Bauru, segundo Fernandes & Coimbra (1992). Fonte Chaves, 2008

O Membro Echaporã constitui a maior área de afloramentos da Fm. Marília e ocorre na região oeste do Triângulo Mineiro, sendo composto por arenitos finos a grossos, com intercalações conglomeráticas, na forma de ciclos granodecrescentes, cimentados por carbonato de cálcio (TAVARES, 2012). O contexto deposicional do Membro Echaporã corresponde a partes distais (saías) de leques aluviais, acumuladas por fluxos em lençol (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

O Membro Ponte Alta é formado por calcário arenoso de aspecto maciço, calcário conglomerático de matriz arenosa (cascos de burro) e calcário fino fragmentado. Sua deposição se deu em sistema fluvial entrelaçado, com fluxos de alta energia e curta duração, de partes medianas a distais de leques aluviais marginais (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

O membro Serra da Galga é onde ocorrem as argilas aluminosas, ou seja, o maior foco do trabalho. Possui espessura máxima de 110 m e ocorre apenas na borda nordeste da Bacia Bauru, no Triângulo Mineiro e é formado por arenitos imaturos, grossos a finos com estratificações tabulares, frequentemente conglomeráticos, de cores amarelas a avermelhadas e lamitos de cor marrom (FERNANDES & COIMBRA, 2000). É associado a um clima um pouco mais úmido do que o prevalente no Membro Ponte Alta, com um sistema fluvial anastomosado com retrabalhamento de sedimentos (BOGNIOTTI, 1999).

A formação da chapada é associada a superfície Sul-Americana proposta por King (1957). Após o fim da deposição sedimentar, no Paleoceno Inferior (DIAS-BRITO et al., 2001)

a superfície foi truncada por longos períodos de erosão que aplainaram o relevo, originando a superfície Sul-Americana do Terciário Inferior (RADAMBRASIL, 1983).

As argilas aluminosas podem ser associadas ao retrabalhamento de sedimentos argilo-arenosos do Grupo Bauru (ZAMBRANO, 1981 apud CORRÊA, 2006). Nesse contexto há o transporte de argilominerais por águas superficiais e subterrâneas para as regiões topograficamente susceptíveis, gerando os depósitos argilosos, assim como suas feições relacionadas, denominadas de covoads ou murunduns (Figura 5).

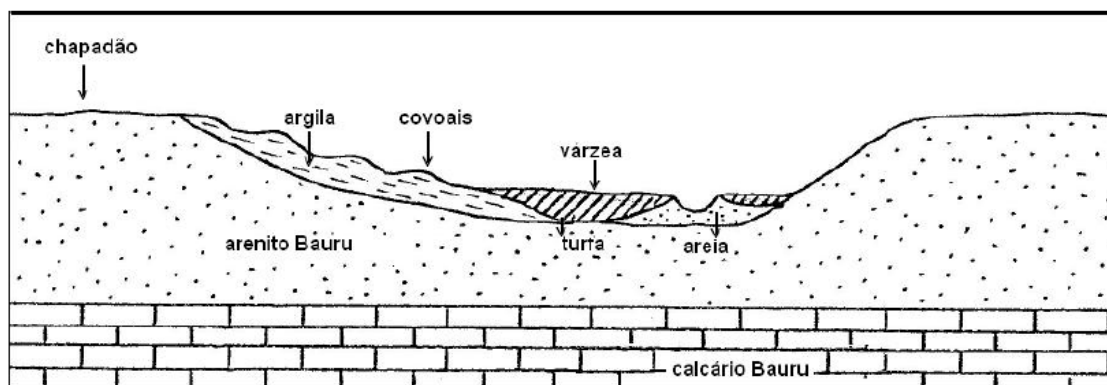


Figura 5 Perfil esquemático ilustrando a ocorrência das argilas refratárias na região. Fonte: Zambrano, 1981

Dentre as formações que podem estar associadas como áreas fontes das argilas estão a Formação Uberaba e Formação Marília e esse processo de retrabalhamento teria idade cenozoica. O perfil pedogenético apresenta maiores teores de alumínio no topo e de caulinita na base (CORRÊA, 2006). Esse mesmo autor propõe que as coberturas turfosas, em ambiente mais úmido e com pH adequado, podem estar relacionadas a lixiviação de sílica e ferro (degradação da caulinita) e consequente concentração de alumínio.

Outra hipótese para a gênese dessas argilas é baseada na evolução autóctone a partir dos arenitos arcoseanos (com presença de feldspatos, micas e caulinita) do Membro Serra da Galga (COELHO, 2017). Esse processo se dá pela ferruginização dos saprólitos, com formação de couraças ferruginosas. As mudanças climáticas, com elevação do nível freático e o aumento da saturação dos solos, resultam no dismantelamento da couraça e formação de horizontes manchados e pisolíticos. O ambiente redutor formado, aliado ao pH ácido resultante da matéria orgânica, favorece a desestabilização da caulinita (dessilicificação) e a desferruginização, com o aumento relativo da gibbsita.

4.RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Importância de minerais não-metálicos e gênese das argilas refratárias

O Brasil é um país de destaque no cenário minerário mundial, sendo que são contabilizadas cerca de 72 substâncias minerais produzidas em solo nacional. Dessas, 45 são classificadas como minerais não metálicos (IBRAM, 2015). Destacam-se nessa categoria, os agregados para construção civil (areia e pedra britada), a areia industrial, o carvão mineral, o calcário, as argilas, entre outros.

As argilas são classificadas segundo suas características químicas, físicas e, principalmente, segundo seu destino industrial, podendo ser definidas como argilas comuns, argilas para cerâmica vermelha, argilas plásticas, argilas refratárias, etc.

Segundo a ABNT, um material refratário, ou produto refratário, é todo aquele material natural ou manufaturado que pode suportar temperaturas elevadas em condições específicas de emprego, sem se deformar ou fundir. A refratariedade mínima, ou cone pirométrico equivalente mínimo, para que um material possa ser considerado refratário, corresponde ao CO 15 ($T=1435^{\circ}\text{C}$).

Geralmente, as argilas refratárias são cauliníticas, contendo menores quantidades de outros argilominerais, como quartzo, óxido de ferro, entre outros. A relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ caracteriza a refratariedade deste material, sendo que quanto menor esta relação maior é a temperatura de queima da argila refratária e maior é o teor de mulita formada, que se constitui na fase cristalina refratária (SCHNEIDER, 1991).

Segundo o Sumário Mineral do DNPM do ano de 2015, o Brasil tinha reservas de caulim na ordem de 7 bilhões de toneladas e teve produção beneficiada de 2,05 milhões de toneladas em 2014. Isso representa cerca de 4,5% da produção mundial desse minério. Segundo o Relatório da Economia Mineral Brasileira (IBRAM, 2015), o caulim é um minério estratégico, sendo o Brasil o 5º maior exportador mundial (Figura 6), já que além da indústria refratária, também é utilizado em outros produtos cerâmicos, na fabricação de papel, plásticos, pesticidas, entre outros usos industriais.

O termo caulim descreve um grupo de silicatos hidratados de alumínio, principalmente caulinita e haloisita, além de diquita, nacrita, folerita, anauxita, colirita e tuesita. No entanto, o termo pode descrever rochas, solos ou minérios em que há predominância de minerais do grupo das caulinitas. Isso ocorre, pois sempre contém outras substâncias na forma de impurezas, desde

elementos traços até a contaminantes na faixa de 40–50% em volume (DILL, 2016).



Figura 6 Relação de minerais estratégicos para a Balança Comercial. Fonte IBRAM, 2015

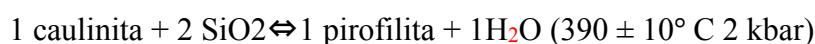
A gênese de argilas cauliniticas é diversa. O caulim ocorre em três tipos de ambientes (Dill, 2016):

Primários: relacionados a veios, depósitos piroclásticos e vulcânicos, depósitos do tipo skarn e epitermais e rochas graníticas;

Secundários: relacionado a processos pedogenéticos, ambientes aluviais e fluviais, deltas fluviais progradantes, lagos, pântanos, depósitos marinhos terrígenos, etc.;

Terciários: Soterramento diagenético, metamorfismo regional de muito baixo grau e metamorfismo de contato.

Os minerais cauliniticos tem grande estabilidade em ambientes de baixa temperatura e baixa pressão, condições essas típicas das partes mais superficiais da crosta terrestre. Segundo Winkler (1976, apud DILL, 2016) a reação abaixo expressa o limite superior da estabilidade da caulinita:



A reação não depende muito da pressão, sendo que a pressões mais altas, como por exemplo a 11kbar, a conversão de caulinita para pirofilita ocorre a $415 \pm 10^\circ \text{ C}$.

Na superfície (25° C), a caulinita apresenta uma estabilidade em diversas condições de pH (2,5 a 14) e certa restrição quanto a disponibilidade de SiO_2 no meio. A estabilidade desse mineral em diversas temperaturas (25° C , 100° C , 200° C , 300° C) é demonstrado na Figura 6.

Em geral, os grandes depósitos mundiais são relacionados aos ambientes secundários, principalmente margens continentais passivas e bacias epicontinentais

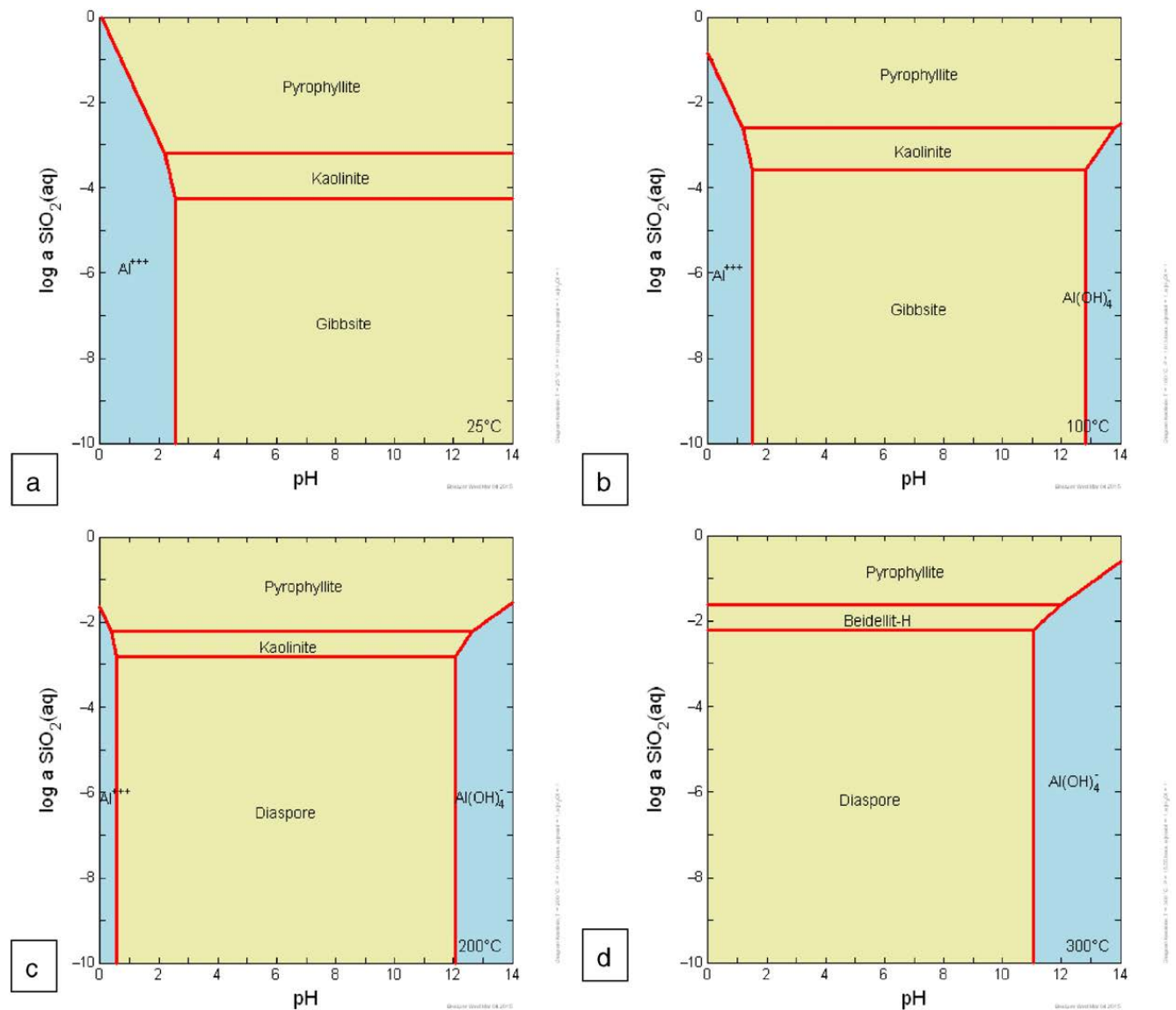


Figura 7 Gráficos de estabilidade da caulinita segundo a disponibilidade de $\text{SiO}_2(\text{aq})$ vs. pH. a) 25°C. b) 100°C c) 200°C d) 300°C. Fonte: Dill (2016)

Os fatores determinantes para o processo de caulinitização em âmbito geral são: A configuração geodinâmica, a taxa de uplift e intemperismo, os padrões de drenagem e a hidrografia, as taxas de matéria orgânica e o regime redox, a temperatura e pressão, a composição química dos fluidos e a composição da rocha parental (DILL, 2016).

Na região de Uberaba são encontradas argilas cauliniticas, que do ponto de vista cerâmico podem ser classificadas como refratárias. Podem ser relacionadas ao ambiente secundário de caulinição, com grande influência dos padrões drenagem e hidrografia. Este material é utilizado em indústrias siderúrgicas, de cimento, de vidro e petroquímica.

As mais aluminosas podem ser utilizadas para a fabricação de chamotes para refratários silico-aluminosos e aluminosos e as menos aluminosas podem ser utilizadas como ligantes para chamotas ou como componentes de massas para cerâmica branca (CORRÊA, 2006).

As argilas refratárias de Uberaba têm se mostrado de grande valia para a indústria da região de São Paulo e Minas Gerais, devido a quase exaustão de desse material na Bacia do Alto Tietê e sem outras grandes reservas em São Paulo. Com reservas estimadas em no mínimo 300 anos, essa região tem grande relevância para a economia da região sudeste (CORRÊA, 2006).

4.2 Gênese do Minério

Os depósitos de argila refratária do Triângulo Mineiro apresentam características discrepantes do contexto geológico local da Formação Marília, cuja composição é de arenitos imaturos, grossos a finos de cores amarelas a avermelhadas. Há divergências na literatura quanto a origem do material argiloso sobre esses arenitos, tendo uma hipótese baseada numa sedimentação cenozoica e outra baseada na evolução supérgena.

Zambrano (1983, apud CORRÊA, 2006) e Corrêa (2006) acreditam no transporte de argilominerais por águas superficiais e subterrâneas para as regiões topograficamente susceptíveis, gerando os depósitos argilosos. Esse material (essencialmente caulinitico) seria então parcialmente degradado, em ambiente úmido, redutor e de pH ácido (decorrente da camada turfosa superior) originando gibbsita.

Para Coelho (2017), houve a formação *in situ* dessas argilas, a partir de uma ferruginização inicial dos arenitos do Membro Serra da Galga, gerando crostas ferruginosas e posterior desferruginização (desmantelamento da couraça ferruginosa) e dessilicificação (desestabilização da caulinita). Os dois últimos processos seriam resultantes da maior permanência da água no solo e pela flutuação do nível freático, causadas pela presença de depressões topográficas na superfície do platô aliada ao aumento da umidade do clima regional.

Independente da origem do material inicial, seja ele transportado ou de formação *in situ* (pedogenética), há consenso dos autores que as condições redutoras originadas, junto ao pH ácido (resultante da presença de matéria orgânica) favoreceram a desestabilização da caulinita (dessilicificação) e o aumento relativo de gibbsita.

Foi elaborado um modelo geológico esquemático a partir do exposto pela literatura e da visita de campo, sendo adotada a hipótese de formação *in situ* (pedogenética) das argilas aluminosas (Figura 8), como proposto por Coelho (2017).

Nesse modelo percebe-se o controle do relevo na mineralização, com os depósitos de argila aluminosa junto a vertente e necessariamente abaixo da camada de matéria orgânica (Figura 9), também denominada de turfa. Nas regiões de topo, há ocorrência de latossolos ricos em concreções ferruginosas, como foram visualizadas em campo (Figura 10), com a vegetação natural típica do cerrado ou de agricultura extensiva.

A evolução do latossolo para um gleissolo (determinante na mineralização) pode ser entendida pelo avanço da hidromorfia (solos saturados em água), resultante da baixa permeabilidade, resultante de uma couraça ferruginosa formada pelas concreções. Uma vez instalado um sistema úmido, desenvolve-se uma espessa camada de matéria orgânica e é estabelecido um regime redutor e de pH ácido. Nessas condições, há lixiviação do material ferruginoso (couraça e concreções ferruginosas) e de parte da sílica (a partir da desestabilização da caulinita) favorecendo a concentração de minerais aluminosos. Também é resultado desse processo a perda da vegetação típica do cerrado, sendo substituída pelos campos de murundus, com vegetação gramínea predominante.

No contexto sub-superficial, destaca-se a variação do nível freático, evidenciado pela ocorrência de níveis manchados, denominados plintita. Essa feição sugere que com a variação do freático, houve a alternância de condições redutoras e oxidantes. Dessa forma, foi favorecida novamente a lixiviação do ferro e da sílica do sistema, de maneira verticalizada.

Em resumo, há duas vertentes da lixiviação. A primeira segue o plano da superfície, com influência da camada turfosa superior, com condições geoquímicas ácidas e redutoras, que desestabilizam a caulinita e lixiviam ferro e sílica para as zonas de drenagem. A outra vertente, vertical, enriqueceria base do corpo mineralizado, devido a variação do nível freático em processo semelhante ao superficial, porém de maneira menos intensa.

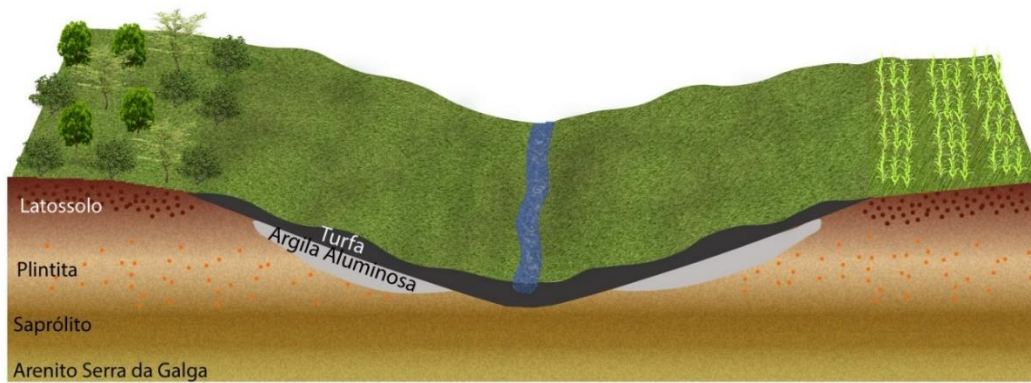


Figura 8 Modelo Geológico esquemático da mineralização de argila refratária

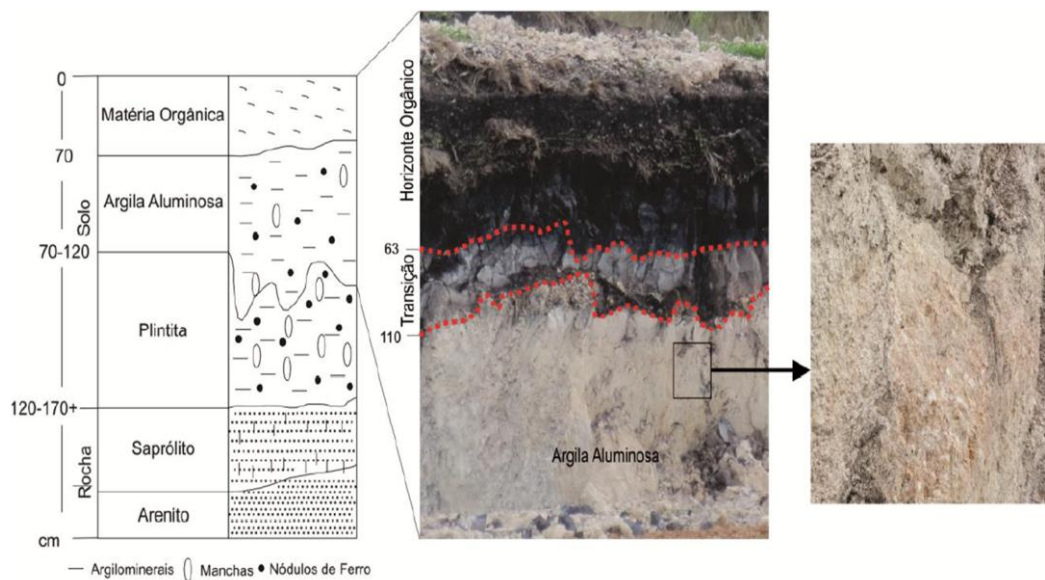


Figura 9 Horizonte pedogenético (gleissolo) com destaque para a camada de matéria orgânica superior e a argila aluminosa. Fonte: Coelho (2017)



Figura 10 Latossolos com concreções ferruginosas típicos das áreas de topo

4.3 Legislação Brasileira e a atividade minerária de argila refratária

Os aspectos legais que permeiam a mineração são amplos e complexos. Diversas esferas legais atuam nesta atividade, tendo a Constituição Federal de 1988 como lei fundamental e suprema do país, aliada a leis complementares e mais específicas como o Código de Mineração, Código Florestal e a Política Nacional do Meio Ambiente. Além disso, deve-se ressaltar a importância de órgãos de cunho ambiental, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que possibilitam o diálogo entre os diversos setores da sociedade engajados no tema com foco na preservação do meio ambiente, e estabelece resoluções de caráter legal para a atividade de mineração.

Constituição Brasileira

A Constituição Brasileira promulgada em 1988 define em sua estrutura nove Títulos que permeiam os diversos aspectos da sociedade (Princípios Fundamentais, Direitos e Garantias do Estado, Organização do Estado etc.) Em relação a questões minerárias e ambientais é possível citar três temáticas (ou Títulos) de maior importância para este trabalho, um de caráter econômico, um de caráter social e outro referente a organização do Estado.

O Título III – Organização do Estado, no Capítulo II- Da União, descreve no Art. 23 que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

- VI - Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;
- VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;
- XI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios; (Brasil, 1988).

É no Título VII - Da Ordem Econômica e Financeira, no Capítulo I – Dos Princípios Gerais da Atividade Econômica, em especial no artigo 176, que especifica a propriedade do solo, dos bens minerais e dos produtos de lavra, assim como a necessidade de autorização ou concessão da União.

Art. 176, “(...)

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais ... constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou

aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. (...)”. Ainda, segundo o Parágrafo 1º desse mesmo artigo, “(...) A pesquisa e a lavra de recursos minerais (...) somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional (...)” (Brasil, 1988).

O Título VIII trata dos aspectos de Ordem Social, e ali se encontra o Capítulo VI, de artigo único, o 225, que define as premissas para um meio ambiente ecologicamente equilibrado e de uso comum. É nesse artigo que as questões ambientais são abordadas de maneira ampla e concisa, sendo a primeira vez na história brasileira que esse tema consta em uma constituição federal.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. (Brasil, 1988)

Código de Mineração

A mineração brasileira, como visto, é amparada pela Constituição Federal, porém sua base jurídica é melhor definida no Código de Mineração (Decreto-lei nº 227, de 1967) e com redação dada pela Lei 9.314, de 14/11/1996) e legislações complementares, especialmente a Lei 9.827, de 20/08/1999, o seu Decreto regulamentador nº 3.358, de 02/02/2000 e a Portaria 237, de 18/10/2001, do Diretor Geral do DNPM que estabeleceu as Normas Regulamentares da Mineração - NRM.

O Código de Mineração em seu Capítulo I, artigo 2º, define cinco regimes de aproveitamento das substâncias minerais, incluindo os de autorização, concessão, licenciamento, permissão de lavra garimpeira e o de monopolização.

O regime de licenciamento prevê um processo mais rápido para obtenção do direito de lavra, porém apenas algumas substâncias minerais podem ser lavradas por meio desse regime, sendo aquelas com utilização imediata na construção civil (Lei nº 6.567 de 24/09/1978). No caso das argilas, apenas as vermelhas (usadas na fabricação de cerâmica vermelha) estão incluídas.

A argila refratária, portanto, não se enquadra nesse cenário, já que seu uso é principalmente industrial, portanto é necessário seguir o processo comum de outros bens minerais, com os regimes de autorização e concessão. Inclui-se o processo de licenciamento ambiental, com a obrigatoriedade de um Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) segundo a resolução técnica nº1/1986 proposta pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e que serão melhor descritos a seguir.

Política Nacional do Meio Ambiente

A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, regida pela Lei Federal n.º 6938, de 31/08/81, determina no Art. 9º os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, dentre elas a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e o licenciamento ambiental.

Tem fundamento nos art. 23 e 225 da Constituição e instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do qual derivam seu órgão consultivo e deliberativo, o CONAMA, assim como seu órgão executor, o IBAMA.

Segundo a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, o Licenciamento Ambiental é um procedimento administrativo a ser realizado pelo órgão ambiental competente, seja ele federal, estadual ou municipal, para licenciar a instalação, ampliação, modificação e operação de atividades e empreendimentos que utilizam recursos naturais, ou que sejam potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental. Nele são avaliados impactos causados pelo empreendimento, como seu potencial ou sua capacidade de gerar líquidos poluentes (despejos e efluentes), resíduos sólidos, emissões atmosféricas, ruídos e o potencial de risco, como por exemplo, explosões e incêndios. O CONAMA é o órgão que dispõe as diretrizes do licenciamento ambiental e será melhor explicado a seguir.

CONAMA

Em 1981 foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão brasileiro responsável pela deliberação assim como para consulta de toda a política nacional do meio ambiente. É o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA.

O Conselho é um colegiado representativo de cinco setores, entre eles órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil. É presidido pelo Ministro de Estado e do Meio Ambiente e possui representantes do IBAMA, da Agência Nacional de Águas-ANA, de todos os Ministérios, Governos Estaduais, entre outros. Cabe ao CONAMA decretar resoluções, moções, recomendações, proposições e decisões de última instância. A principal resolução para a temática deste trabalho é a nº1/1986.

A Resolução CONAMA Nº 001/1986 dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Essa resolução foi alterada pelas Resoluções nº 11, de 1986, nº 05, de 1987, e nº 237, de 1997. Portanto, atualmente a Resolução nº237 de 1997 é que regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.

A resolução 001/1986 afirma que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

O Art. 3º define que grandes empreendimentos com grande potencial de degradação do meio necessitam de um estudo prévio do impacto ambiental e de respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), e sendo possível a realização de audiências públicas. Caso o empreendimento não tenha grande potencial de degradação, o órgão ambiental competente definirá os estudos ambientais.

Segundo a Resolução nº 237 do CONAMA de 1997, o licenciamento deverá ser sempre feito em um único nível de competência (União, Estado ou Município) a depender do grau e extensão do impacto ambiental.

As etapas do Licenciamento Ambiental são:

1-Licença Prévia (LP) - Licença que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Aprova a viabilidade ambiental do empreendimento, não autorizando o início das obras.

2-Licença Instalação (LI) - Licença que aprova os projetos. É a licença que autoriza o início da obra/empreendimento. É concedida depois de atendidas as condições da Licença Prévia.

3-Licença de Operação (LO) - Licença que autoriza o início do funcionamento do empreendimento/obra. É concedida depois de atendidas as condições da Licença de Instalação.

No estado de Minas Gerais, as atribuições do licenciamento ambiental e da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) são exercidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), das Unidades Regionais Colegiadas (URCs), das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SUPRAMS), que representa a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF).

São atribuídas classes para cada empreendimento:

Classe 1 - pequeno porte e pequeno ou médio potencial poluidor

Classe 2 - médio porte e pequeno potencial poluidor

Classe 3 - pequeno porte e grande potencial poluidor ou médio porte e médio potencial poluidor

Classe 4 - grande porte e pequeno potencial poluidor

Classe 5 - grande porte e médio potencial poluidor ou médio porte e grande potencial poluidor

Classe 6 - grande porte e grande potencial poluidor

Para as classes 1 e 2 é apenas obrigatória a obtenção da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF). Para as classes 3 a 6 é necessário o procedimento normal de licenciamento, com o requerimento das licenças Prévia (LP), de Instalação (LI) e de Operação (LO).

É necessário salientar que o processo de licenciamento ambiental deve ser sempre renovado. O fato de se ter obtido um ou outro desses diplomas legais significa que o empreendimento atendeu a uma exigência legal, mas a manutenção da regularidade ambiental pressupõe o cumprimento permanente de diversas exigências legais e normativas, explícitas ou implícitas na licença ambiental ou na AAF.

Código Florestal

O mais recente Código Florestal é a lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Tem sua origem a partir do Código Florestal, de 1965, sendo uma nova proposta em acordo com os interesses atuais em relação a preservação da fauna e flora.

O código define a Área de Preservação Permanente (APP) como: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”

Várias mudanças no texto do código florestal ocorreram ao longo dos anos desde a sua criação em 1965 (Figura 11). Também define a partir do Novo Código Florestal (Lei Federal 12.651 – 2012), a área de preservação (em metros) obrigatória a partir do tipo e da dimensão do corpo d’água em dois casos distintos (OLIVEIRA, 2013). O primeiro, na coluna mais à esquerda, refere-se a áreas ocupadas até 22 de julho de 2008. O segundo caso, na coluna mais à direita, refere-se a áreas ocupadas após essa mesma data. As figuras 12 e 13 ilustram esses dois casos.

O Módulo Fiscal foi instituído no Brasil pela Lei Federal número 6.746 de 1972. É uma medida de área e que corresponde a um conjunto de hectares, variando para cada Município. Em Uberaba, corresponde a 24 hectares e em Uberlândia, a 20 hectares (OLIVEIRA, 2013).

A mineração é entendida no Novo Código Florestal como uso alternativo do solo, sendo ainda possível a derrubada de mata em APP, pois é compreendida como Utilidade Pública. Como exceção, as minerações de areia, argila, saibro e cascalho, que são compreendidas como Interesse Social.

Segundo o Art. 8: “A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei”. Sendo que o inciso 1º define que: “A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública”. Portanto, a mineração de argila é permitida em áreas de APP, no entanto, junto às nascentes essa atividade não é mais legalizada, visto que é classificada como interesse social e não de utilidade pública. Ressalta-se que não se faz distinção entre os variados tipos de argila ou ainda de seus usos, seja para o uso imediato na construção civil ou industrial.

APP OCUPADA ATÉ 22 DE JULHO DE 2008						APP NÃO OCUPADA ATÉ 22 DE JULHO DE 2008		
⁽¹⁾ 2012	DIMENSÃO (MF*)	ESPAÇO (M OU HA)		1934	1965	1989	⁽²⁾ 2012	
5	Até 1	RIO	Até 10	25% da vegetação	5	30	30	
8	1 a 2		10 a 50		5 a 100	50	50	
15	2 a 4		51 a 200			100	100	
20 a 100	Acima de 4		201 a 600		100	200	200	
			Acima de 600			500	500	
5	Até 1	LAGOA NATURAL	Até 1				Nenhuma	
8	1 a 2		Até 20				50	
15	2 a 4		Acima de 21				100	
30	Acima de 4		Área urbana			Legislação urbanística	30	
15	Todas	NASCENTES E OLHOS D'ÁGUA				50	50	
30	Até 4	VEREDAS					50	
50	Acima de 4							
		LAGOA ARTIFICIAL	Até 1					Nenhuma
			Acima de 21					30 a 100
			Área urbana			Legislação urbanística	15 a 30	
1934 – Decreto Federal 23.793				Sem definição da faixa de proteção				
1965 – Lei Federal 4.771				Faixa de proteção definida na licença ambiental				
1989 – Lei Federal 7.803			2012 -Lei Federal ⁽¹⁾ 12.651 e ⁽²⁾ 12.727; *MF = Módulo Fiscal					

Figura 11 Quadro Comparativo da legislação das Áreas de Preservação Permanente no Brasil até 2012. Fonte: Oliveira, 2013

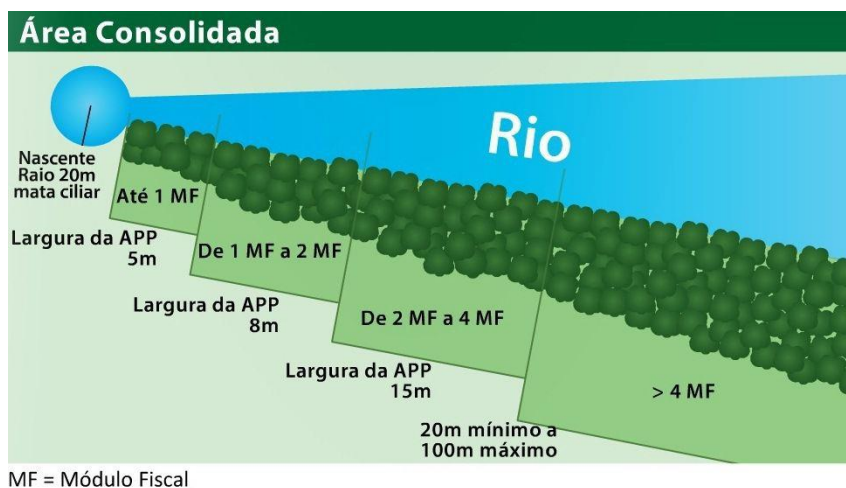


Figura 11 Largura da faixa marginal a ser mantida ao longo do curso d'água em área já consolidada antes de 22 de julho de 2008, segundo o Novo Código Florestal. Fonte FAEG,2012

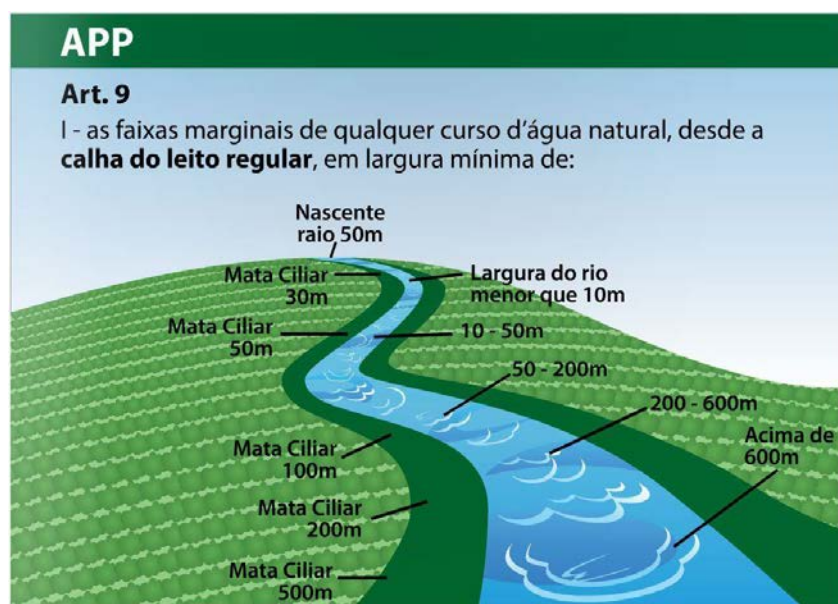


Figura 12 Largura da faixa marginal (APP) a ser mantida ao longo do curso d'água em áreas não ocupadas até 22 de julho de 2008, segundo o Novo Código Florestal. Fonte FAEG,2012

As veredas também são citadas nessa lei, sendo necessária a conservação de 30 a 50 metros a depender do módulo fiscal e da data de ocupação (Figura 7). Sua definição é:

XII - vereda: fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos, usualmente com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* - buriti emergente, sem formar dossel, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas (Código Florestal, 2012)

Não há nenhuma referência a campos de murundus (covoais), apenas a definição de áreas úmidas e a necessidade de sua conservação, porém sem definir a metragem mínima da preservação.

XXV - áreas úmidas: pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação (Código Florestal, 2012)

EIA-RIMA, RCA-PCA e RADA

O Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente consistem na mais importante ferramenta de avaliação de impactos socioambientais. Enquanto que o EIA é um documento de caráter técnico, com diversas informações sigilosas, o RIMA é um documento de acesso público e simplificado para o entendimento claro para os diversos setores da sociedade. É realizado por uma equipe multidisciplinar, já que engloba temas como natureza, patrimônio cultural e histórico, ambiente de trabalho e ambiente antrópico.

Segundo Bitar e Ortega (1998), as etapas de um EIA-RIMA consistem no diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, na avaliação de impacto ambiental (AIA), na proposição de medidas mitigadoras e dos programas de monitoramento de impactos, compensação e gestão ambientais.

Seu conteúdo é estipulado pelos órgãos ambientais competentes, assim como a legislação pertinente, como a resolução CONAMA 01/1986. Segundo Machado (1995 apud PROIN/CAPES; UNESP/IGCE, 1999), devem estar presentes no EIA-RIMA os seguintes aspectos:

1. Área de Influência do Projeto:

Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando

em todos os casos a bacia hidrográfica na qual se localiza (artigo 5º, III - Resolução 001/86 do Conama).

2. Planos e Programas governamentais (Zoneamento Ambiental):

Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade (artigo 5º, IV- Resolução 001/86 do Conama)

3. Alternativas:

Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não executar o projeto (artigo 5º, I - Resolução 001/86 do Conama)

4. Descrição Inicial do Local:

Diagnóstico ambiental da área, abrangendo os meios físico, biológico e sócio-econômico” (artigo 6º - Resolução 001/86 do Conama)

5. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) do Projeto:

Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade" (Artigo 5º, II - Resolução 001/86 do Conama)

Identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos ou indiretos, imediatos ou a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas" (artigo 6º, II - Resolução 001/86 do Conama).

6. Medidas Mitigadoras:

Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e os sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas (artigo 6º, III - Resolução 001/86 do Conama).

7. Impactos Desfavoráveis e Previsão de Orçamento: no caso de obras e projetos federais prevê-se que, se

Identificados efeitos negativos de natureza ambiental, cultural ou social, os órgãos ou entidades federais incluirão, no orçamento de cada projeto ou obra, dotações correspondentes, no mínimo, a 1% do mesmo orçamento destinadas à prevenção ou à correção desses efeitos (Decreto Federal 95.733/88).

8. Medidas Compensatórias: entre as medidas mitigadoras previstas, o EIA deve compreender a compensação do dano provável, sendo esta uma forma de indenização. A Resolução 10/87 prevê que para o licenciamento de empreendimentos que causem a destruição de florestas ou outros ecossistemas, haja como pré-requisito a implantação de uma estação ecológica pela entidade ou empresa responsável, de preferência junto à área.
9. Distribuição dos Ônus e Benefícios Sociais do Projeto: o EIA deve identificar os prejuízos e as vantagens que o empreendimento trará para os diversos segmentos sociais, seja pelo número e qualidade de empregos gerados ou pelos possíveis problemas sociais em caso de necessidade de migração de mão-de-obra.

No estado de Minas Gerais, segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), alguns empreendimentos podem ser dispensados da elaboração de EIA-RIMA. Nesse caso é exigido um documento similar denominado RCA/PCA.

O Relatório de Controle Ambiental (RCA) identifica as não conformidades efetivas ou potenciais decorrentes da instalação e da operação do empreendimento para o qual está sendo requerida a licença. Já o Plano de Controle Ambiental (PCA), apresenta os planos e projetos capazes de prevenir e/ou controlar os impactos ambientais decorrentes da instalação e da operação do empreendimento para o qual está sendo requerida a licença, bem como para corrigir as não conformidades identificadas. O PCA é sempre necessário, independente da exigência ou não de EIA/Rima, sendo solicitado durante a LI.

Outro documento de relevância é o Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental do Sistema de Controle e demais Medidas Mitigadoras (Rada). Tem a finalidade de revalidar a LO, sendo também um instrumento de controle dos compromissos assumidos previamente e de passivos ambientais não mencionados em documentos anteriores.

Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

Segundo Bitar e Ortega (1998), a Avaliação de Impacto Ambiental compreende uma série de procedimentos legais, institucionais e técnico-científicos, com o objetivo de caracterizar e identificar impactos potenciais na instalação futura de um empreendimento, ou seja, prever a magnitude e a importância desses impactos.

No Brasil, como já visto, o AIA está presente junto ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e é fundamento em modelos praticados por outros países. Suas origens remetem a lei da política nacional do meio ambiente norte-americana, a National Environmental Policy Act (NEPA) de 1970. A partir dela, há uma difusão do conceito de avaliação de impacto ambiental em nível global, estando atualmente presente em mais de duzentos países (SÁNCHEZ, 2008).

O AIA teve também grande difusão junto a tratados internacionais, com o auxílio de alguns países e Organizações Não-Governamentais (ONGs). Um grande impulso veio com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como Rio-92, e seu documento Agenda 21, que menciona a necessidade de avaliar os impactos de novos projetos de desenvolvimento (SÁNCHEZ, 2008).

4.4 Processos Minerários na Área de Estudo e questões ambientais

As principais áreas de mineração de argilas refratárias estão localizadas na bacia do Rio Uberabinha, um importante afluente do Rio Araguari, este inserido na Bacia do Rio Parnaíba.

A área total da Bacia do Rio Uberabinha é de 2.193 km², sendo que a extensão de seu canal principal, desde a nascente até a foz no Rio Araguari, é de 153 km. Esse rio é a principal fonte de abastecimento de água para o município de Uberlândia.

Muitas das minerações da área de estudo, como já visto, se encontram junto a nascentes de córregos e rios dessa bacia. Devido à importância desta bacia para a população local e ao impacto inerente de uma atividade de mineração em zonas de mananciais, é necessária uma análise profunda deste caso.

Segundo Queiroz (2012) a disponibilidade hídrica é insuficiente para atender a demanda atual e futura do município de Uberlândia, sendo sugerido estudos mais aprofundados da relação do uso do solo e da vazão. O monitoramento realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), indicou por dados coletados na Fazenda Letreiro no Rio Uberabinha, um balanço hídrico climatológico médio mensal inconstante ao longo do ano (Figura 14).

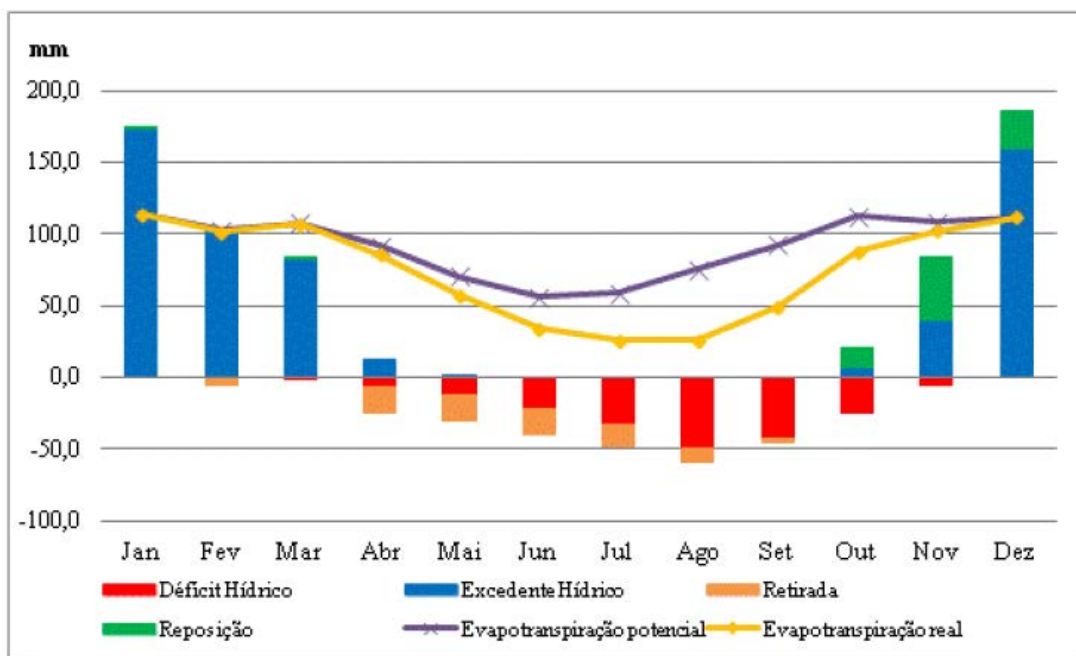


Figura 13 Gráfico do balanço hídrico climatológico médio mensal realizado da Agência Nacional de Águas (ANA) no Rio Uberabinha. Fonte: ANA. Retirado de Queiroz (2012)

Infelizmente, a atividade minerária na região está localizada junto às nascentes do Rio Uberabinha e seus principais afluentes. Na Figura 15, há a discriminação dos processos minerários, sendo possível identificar as áreas de concessão de lavra em vermelho, a quase totalidade delas para argila e argila refratária. Fica ainda mais evidente a relação entre as lavras e as regiões de nascentes, ou seja, há um potencial iminente de degradação das nascentes pelas minerações atuais e para um futuro próximo. Magnesita e IBAR são as duas empresas atuantes na região.

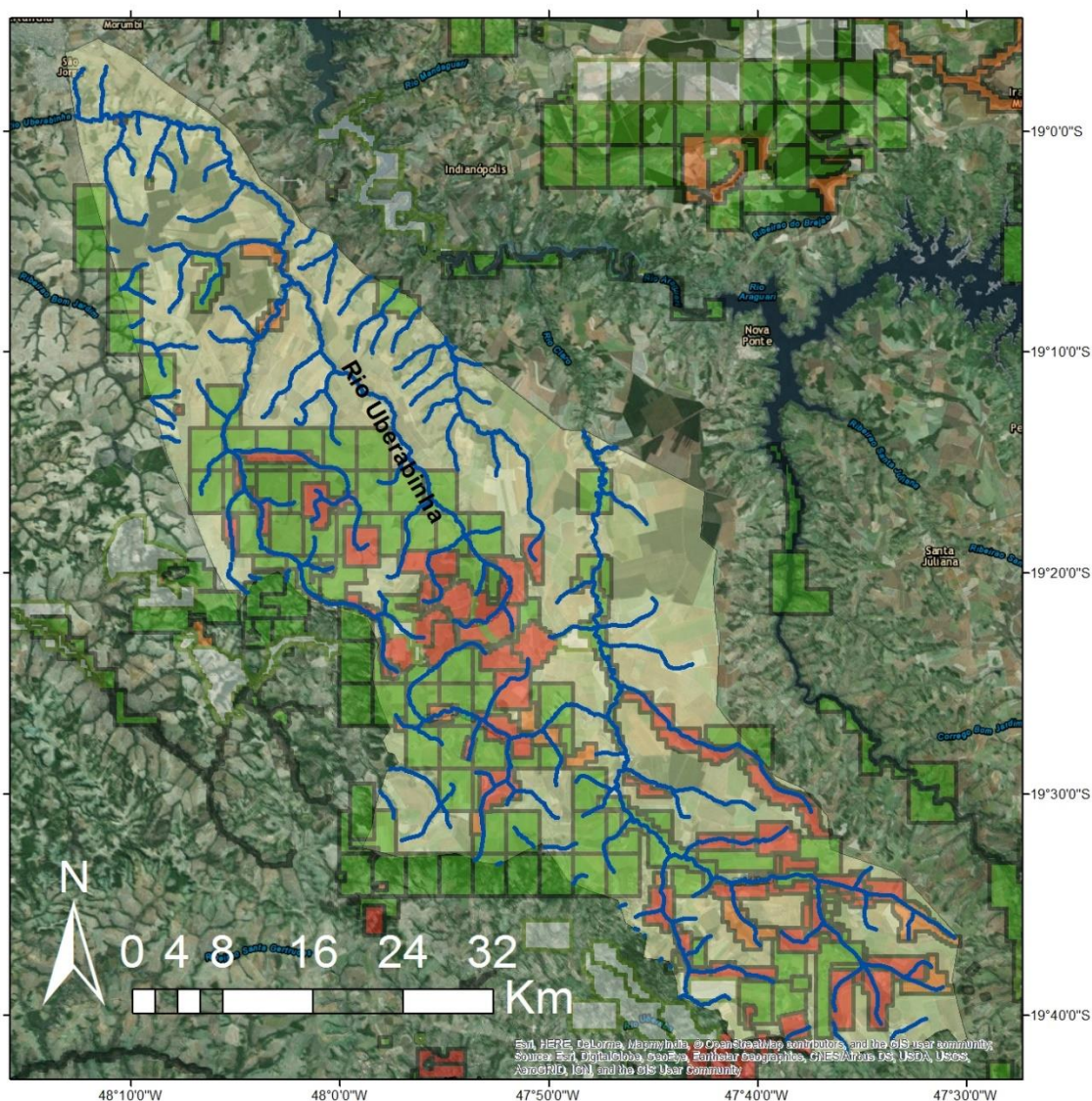


Figura 14 Discriminação dos processos minerários na área de estudo e adjacências, com destaque para as concessões de lavra em vermelho, os requerimentos de lavra em laranja e as autorizações de pesquisa em verde. Fonte: DNPM

Segundo Nishiyama (1989, apud OLIVEIRA, 2013) a exploração mineral desta argila tende a degradação das áreas úmidas onde ocorre a atividade, com a abertura de cavas e grandes

movimentações de solo, o que dificulta ou impossibilita a restauração das condições ambientais prévias da exploração. Alteram-se, desse modo, a vegetação e todo o sistema pedológico e de nascentes dos cursos d'água que abastecem Uberlândia, comprometendo a dinâmica hídrica do alto da bacia do rio Uberabinha, com processos erosivos, assoreamento e perda da quantidade de água armazenada ao longo do ano.

Além disso, novas áreas foram requeridas e aprovadas pelo DNPM, cujas futuras instalações de novas lavras, comprometerão ainda mais essa região. Na Figura 15 estão mapeados os requerimentos de lavra (em laranja) e as autorizações de pesquisa (em verde).

Como agravante da situação, como já exposto, o Código Florestal impede o uso do solo para a mineração de argila em áreas de nascentes, visto que não é compreendido como Utilidade Pública, mas sim como Interesse Social. Apesar de ser passível de mais de uma interpretação, já que o Código Florestal não diferencia os diversos tipos de argila, ou ainda se o uso é industrial ou para construção civil, a interpretação mais literal dessa lei tende a proibir esse tipo de mineração nessas áreas de nascentes. O minerador, portanto, deve respeitar o limite de 50 metros da área de nascente, proposto para empreendimentos instalados depois de 22 de julho de 2008 e de 20 metros para empreendimentos anteriores a essa data.

Outra questão do Código Florestal, que cabe a mais de uma interpretação, é em relação a caracterização desse local. A literatura, como já visto no Capítulo 4, descreve-o como campo de murundu, que são áreas úmidas de solo hidromórfico, vegetação predominante de gramíneas e feições topográficas típicas, os murundus (ou covoais). No entanto, não é citado esse tipo de bioma no Código Florestal, podendo caber a interpretação como área úmida ou como vereda sem ocorrência de buriti, mas com ocorrência de solos hidromórficos (ver o Capítulo Referencial Teórico). Apesar disso, as duas interpretações autorizam a supressão da vegetação para fins de Interesse Social, sendo, portanto, a mineração autorizada nos dois cenários.

A Figura 16 exemplifica em mais detalhe, uma lavra de argila refratária da empresa Magnesita, na nascente de um afluente do Rio Uberabinha. É possível identificar os campos de murundus, com seu aspecto característico de formas circular ou elíptica e as lavras de argila refratária, que na imagem são faixas bem marcadas de coloração escura. Dessa forma, percebe-se a proximidade dessas lavras da nascente desse córrego, muitas vezes até invadindo-a. Constata-se que as premissas do Código Florestal, de 50 metros distante da nascente, estão no limite da legalidade, dada a escala apresentada no canto inferior da imagem. Obviamente, deve-se considerar a data dessa exploração e o código florestal vigente na época, para uma análise mais coerente. Outro fator de preocupação visível é a exposição de solos de coloração escura,

indicando altos teores de matéria orgânica susceptíveis à erosão laminar. Tal processo, além de contribuir para o assoreamento de rios, pode estar relacionado a eutrofização das águas.

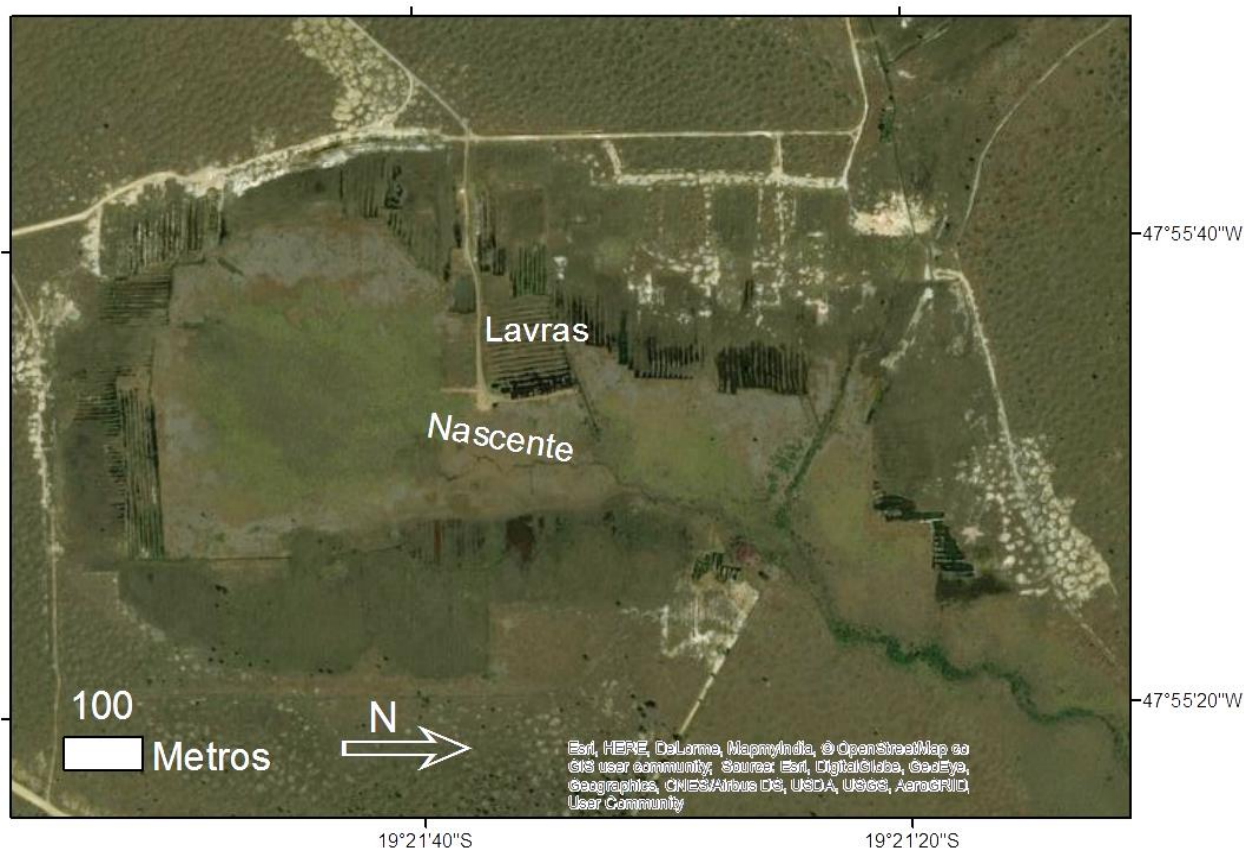


Figura 15 Imagem aérea mostrando as áreas de lavra das argilas refratárias junto a uma nascente (Córrego do Caroço)

Os ambientes nos quais as minerações estão inseridas podem ser categorizadas como áreas úmidas. As áreas úmidas (wetlands) brasileiras ocupam uma área estimada de 20% do território nacional (JUNK et al., 2011).

São essenciais para a sociedade, pois são relacionadas ao armazenamento de água, ao controle das descargas fluviais, a recarga de águas subterrâneas, retenção de sedimentos, purificação da água, regulação microclimática, entre outros (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Apesar dessa importância não há uma política nacional de proteção desses ecossistemas, mesmo o Brasil assinando a convenção de Ramsar, em 1993, em busca do uso consciente e sustentável dos recursos naturais de áreas úmidas.

O cerrado brasileiro tem como característica climática a variação do regime de chuvas ao longo do ano, apresentando um período úmido e outro seco. As áreas alagadas mais conhecidas desse bioma são conhecidas como veredas, que são caracterizadas pela presença do

buriti (*Mauritia flexuosa*), porém outras áreas úmidas ocorrem no cerrado brasileiro, como os campos de murundu, que são muito semelhantes em diversos aspectos às veredas, porém sem a ocorrência do buriti. Apesar da variação climática, os corpos d'água nesses locais conseguem manter um nível d'água perene ao longo do ano.

4.5 Recuperação de áreas degradadas

Depois que uma área é degradada, ou seja, sofreu intervenções que afetaram o meio físico, perdendo ou reduzindo suas qualidades originais, é necessário iniciar o processo de recuperação.

Esse processo se dá de três modos diferentes. O melhor cenário é denominado restauração, em que se reproduz as condições exatas do local original. Os outros dois modos são a recuperação, com o intuito de tornar a área o mais semelhante possível ao original, e a reabilitação, que dá um novo uso para essa área, como por exemplo a criação de parques (BITAR & BRAGA, 1995)

No caso da mineração, o Decreto Federal 97632/89 estabeleceu um prazo de 180 dias para a apresentação, por parte dos mineradores, de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Para as minerações futuras, exigiu-se a apresentação do PRAD junto ao EIA-RIMA.

Para a mineração, em geral, o processo de restauração se torna praticamente impossível, devido ao grande volume de material escavado e transportado. Desse modo, essas áreas podem ser recuperadas ou reabilitadas para um novo uso. As medidas corretivas para áreas de mineração englobam, principalmente, a estabilização de taludes e blocos, a captação e condução das águas superficiais e a revegetação. No entanto, dependendo do empreendimento outras correções podem ser necessárias

Dentro das áreas de mineração, os locais sujeitos a recuperação incluem as áreas lavradas, as áreas de disposição de rejeito e as áreas de infraestrutura, como unidades de beneficiamento e vias de circulação

Para uma recuperação satisfatória de uma região de mineração, são utilizadas técnicas de remediação, geotécnicas e de revegetação (BITAR & BRAGA, 1995).

A remediação se dá na execução de tratamentos químicos e biológicos para combater e/ou transformar os contaminantes que impedem a estabilidade química do ambiente (BITAR & BRAGA, 1995).

As execuções geotécnicas são obras de engenharia que visam estabilizar o terreno, podendo contar ainda com estruturas de contenção e retenção. A terraplanagem, a estabilização e contenção de taludes, a implementação de sistemas de drenagem e de retenção de sedimentos são algumas das medidas utilizadas (IBRAM, 1992).

Os taludes podem ser classificados como de corte ou de aterro. Os de corte são geralmente mais estáveis, principalmente quando não arenosos, mais compactados e com fertilidade química reduzida. Os de aterro, por outro lado, são mais susceptíveis a erosão e tem maior fertilidade química (MARTINS, 2009).

Taludes muito inclinados ou mal dimensionados podem resultar em erosão mesmo quando revegetados. A recomposição topográfica, portanto, necessita ser coerente com as características do material e buscar ser semelhante ao relevo de seu entorno. Esse processo inclui a definição do ângulo de inclinação, a largura das bermas, a implementação de sulcos ou canaletas para escoamento de água, quando necessário (MARTINS, 2009).

A retirada do solo pelas atividades de mineração expõe horizontes pedológicos de baixa fertilidade ou até mesmo rocha sã, o que dificulta o processo de revegetação. Desse modo, necessita-se da transposição de solo e da adubação. A transposição de solo de pequenos núcleos da área de entorno permite a reintrodução da fauna e flora essenciais como microrganismos decompositores, bactérias nitrificantes, minhocas, etc.

A revegetação se dá na forma do plantio de espécies vegetais de forma localizada ou extensiva, tanto para fins de preservação ou conservação ambiental, como para objetivos econômicos (IPT, 2003). Também pode ser denominada de restauração ecológica, sendo um processo ativo de revegetação, o que difere da técnica de regeneração natural, que é um processo passivo, com o estabelecimento de espécies vegetais sem o auxílio humano. A regeneração natural, no entanto, depende uma série de fatores (Figura 17), como a resiliência do ecossistema, o uso e qualidade do solo, a presença de matas nativas próximas, o clima local, etc (HOLL, 2011).

Ambas as técnicas podem ser utilizadas sozinhas ou em conjunto, porém como a mineração gera grande degradação do solo, o uso apenas da regeneração natural se torna muito difícil. Isso ocorre, uma vez que características essenciais do solo foram modificadas, como a

perda do banco de sementes do solo, a exposição de horizontes B e C e de rochas, a presença de baixos teores de nutrientes e a compactação mais elevada (MARTINS, 2014).

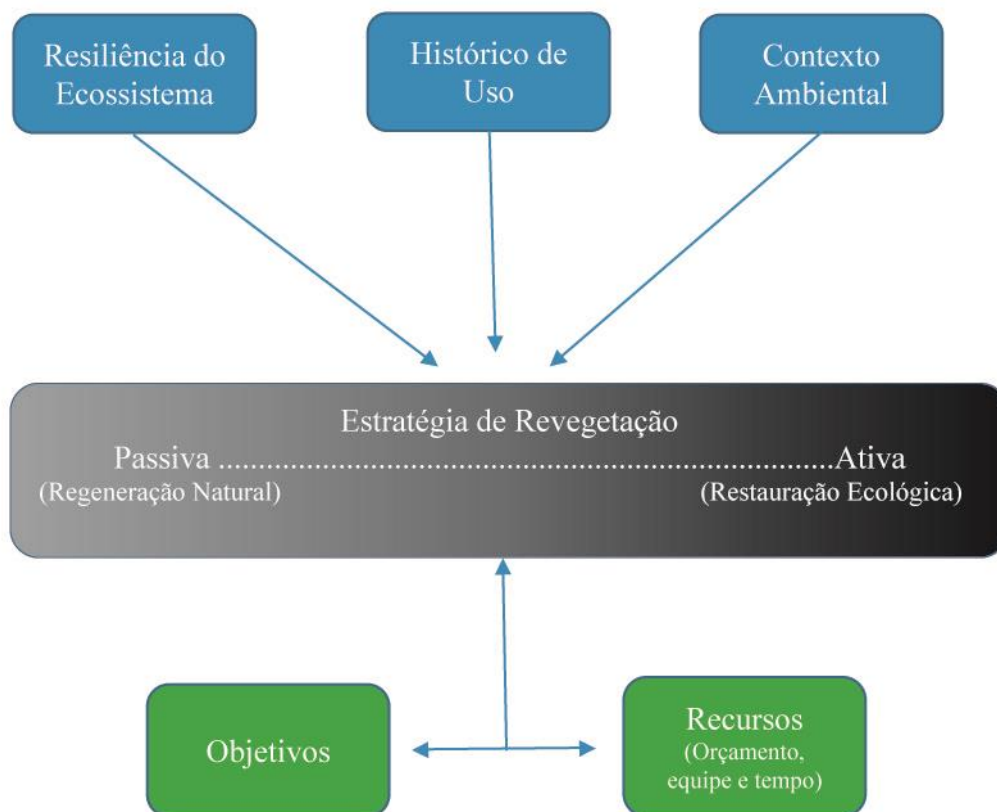


Figura 16 Condicionantes da estratégia de revegetação. Modificado de HOLL, 2011

4.6 Licenciamento ambiental das minerações

Durante a visita à mineração Magnesita, foi solicitada a documentação do licenciamento ambiental. Infelizmente, a empresa não a disponibilizou. Sendo assim necessária a obtenção via órgão ambiental responsável, neste caso a SUPRAM. Durante a pesquisa com o órgão não foi encontrado nenhum documento do tipo EIA-RIMA em nome das empresas Magnesita e IBAR.

No entanto, constam registros de outros estudos, como o Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) e Relatório de Controle Ambiental/ Plano de Controle Ambiental (RCA/PCA), que suprem as informações necessárias para este trabalho.

É possível perceber, de início, que a documentação é antiga para ambas as empresas, tendo uma diferença de sete anos entre a lavra desses instrumentos e o presente trabalho. Segundo a consulta com o órgão, tais documentos são os únicos presentes no arquivo do município de Uberaba, não havendo exemplares mais atualizados. Segundo a resolução CONAMA 237/1997, a licença de operação (LO) tem validade de, no mínimo, quatro e, no máximo, dez anos. Não foi feita pesquisa para outros municípios, uma vez que a atividade se concentra neste município e considera-se suficiente para este trabalho. Será feito a seguir um resumo do RCA/PCA da empresa IBAR, citado acima, devido a qualidade de elaboração do mesmo e a forma clara e completa de exposição. Informações complementares encontradas junto a documentação da Magnesita também serão mencionadas. Todo o exposto é opinião própria dos autores dos documentos.

4.6.1 IBAR

A empresa IBAR apresenta apenas um documento registrado junto ao órgão ambiental (SUPRAM). Esse documento é RCA/PCA, que apesar de constar como sendo apenas um, na realidade é composto de dois documentos distintos e com propostas diferentes.

O RCA (Relatório de Controle Ambiental) foi realizado por empresa terceirizada e apresenta de maneira clara e objetiva características gerais da atividade da Mina Alaor. Incluem-se os capítulos de Introdução, Caracterização do Empreendimento, Caracterização da Atividade, Diagnóstico Ambiental da Área, Impactos Ambientais e Considerações Finais. Segue um resumo dos principais pontos apresentados tendo em vista o foco deste trabalho.

No capítulo de Introdução é apresentada a atividade, assim como os usos do minério e outros aspectos relevantes, como os destinos da produção, majoritariamente para empresas do sudeste brasileiro. Ressalta que o minério não é beneficiado na região, sendo esta atividade feita no município paulista de Poá.

Na Caracterização do Empreendimento dá-se o histórico da área, em que a atividade mineral é realizada desde a década de 30. A partir da década de 80, a grande maioria das áreas

de interesse econômico já haviam sido requeridas. A mina em questão está em atividade desde 1978, sendo o superficiário a Fazenda Santa Luzia.

Na Caracterização da Atividade são informadas características do minério, como densidade do material descompactado ($1,3 \text{ ton/m}^3$), umidade (26%), e pH (6). A produção informada é de 30.000 ton/ano e é informado que a cava será deixada inundada como cenário final, ou seja, não haverá a recomposição total do terreno. Com lavra a céu aberto, o desmonte é realizado por retroescavadeira, totalizando 1,1 m de material a ser removido (estéril), depositado ao lado da frente de trabalho, e que pode ser utilizado na confecção de novos aterros, conserto de acessos, piso de pátio, etc. Algum excedente pode ser utilizado para recomposição topográfica da cava.

A lavra pode atingir até 6 metros a depender da qualidade do minério. Com essa profundidade, há afloramento do lençol freático, dificultando a atividade. Como solução, há o bombeamento da água para uma cava já exaurida. É informado que não há transbordamento dessas cavas, uma vez que a água tende a evaporar ou infiltrar no substrato. Não há nenhuma forma de drenagem de água para os cursos d'água naturais. Há armazenamento de combustível no local e não há produção de efluentes líquidos (uso de banheiros químicos) ou resíduos sólidos.

No capítulo Diagnóstico Ambiental da Área há a caracterização do meio físico, biótico e sócio econômico. Dados climatológicos ressaltam a precipitação extremamente baixa entre os meses de junho a outubro. O documento faz menção a um laudo técnico da defesa de um processo judicial movido pelo Ministério Público contra a empresa, de autoria de NISHIYAMA e ANDREATTA, que afirma que:

“No entendimento dos autores deste LAUDO TÉCNICO, é o freático que abastece as áreas de covaais, portanto representando exatamente o oposto do que lhes é atribuído. ”

Dessa forma, os autores entendem que o arenito Serra da Galga constitui o aquífero regional, onde a água se acumula, enquanto que nas argilas, essa mesma flui, segundo a drenagem natural. Admite-se que cada m^3 de argila comporte 260 litros, dado este obtido a partir da medição de umidade (26%). Para uma cava exaurida alagada, o volume de água comportado seria de aproximadamente 9.600m^3 . É citado que essas cavas podem ser utilizadas como reservatórios artificiais da rede hídrica. Afirma-se que a precipitação é maior que a evaporação (o estudo não se encontra junto ao referido RCA/PCA).

É citado o abastecimento de água no município de Uberlândia, através do Sistema Sucupira, localizado no Rio Uberabinha, e o Sistema Bom Jardim, no Ribeirão Bom Jardim. Não é mencionada nenhuma contaminação por Cianeto.

Os dados bióticos indicam que não há nenhuma espécie da flora dos campos de murundus em risco de extinção. Os gêneros predominantes nas zonas inundadas (junto às drenagens naturais) são *Cyperus*, *Scleria* e *Hypolytrum* e nos trechos menos alagados, espécies de *Onagraceae* e *Melastomataceae*. Segundo o documento:

“Nesta vegetação é possível encontrar inúmeras nascentes difusas, ou seja, que afloram em diversos locais do terreno, formando um grande vertedouro de água. O lençol freático pode variar de poucos centímetros a até um metro de profundidade”

Quanto à fauna local, destacam-se a presença de alguns mamíferos (veado mateiro, tatu-galinha, cachorro-do-mato, quati, etc.), diversas espécies de aves (tucano-toco, gralha-do-cerrado, garça-branca-grande, tesoura-do-brejo, etc.), répteis (jacaré do papo amarelo, cascavel, jararaca, calango, etc.), anfíbios (sapo cururu, rã cachorro, perereca, etc.).

São feitas considerações finais acerca dos dados bióticos. Os campos de murundus apresentam as melhores condições de preservação e serão as regiões mais afetadas pela mineração. A fauna presente é considerada generalista e de ampla distribuição regional. Existem na paisagem áreas de refúgio para a fauna mais especializada. Segundo os autores, as lagoas formadas pelas cavas exauridas poderão se tornar refúgio para a fauna local.

Os dados socioeconômicos indicam que o município de Uberaba arrecadou R\$1.190.336,14 em ICMS no ano de 2008 (0,32% do total). Serão gerados 12 empregos diretos e 30 indiretos.

No capítulo Impactos Ambientais são descritos impactos no meio físico, no meio biótico e no meio socioeconômico.

Quanto ao meio físico são citados, primeiramente o impacto visual e a degradação da paisagem, uma vez que há remoção de considerável volume de material, a abertura de acessos e pátios de estocagem. Ressalta-se que a paisagem no entorno já se encontra em elevado grau de alteração, devido, principalmente, à agricultura extensiva. A formação dos “biótopos úmidos” é uma forma de integração harmônica ao meio e será melhor descrito no PCA (Plano de Controle Ambiental).

Devido as atividades de terraplanagem, o solo também sofre alterações de suas características, principalmente em razão da compactação advinda da movimentação de equipamentos de carga e transporte.

A qualidade do ar também pode ser afetada, pela geração e ressuspensão de material particulado, porém de maneira pouco influente devido à alta umidade do minério e pela combustão gerada pelos diversos equipamentos utilizados. O relevo plano e a remoção de vegetação nativa tendem a agravar a dispersão de gases poluentes.

A atividade tende a intensificar os processos erosivos ao desestruturar os solos e expor seus horizontes à erosão. Manifesta-se na forma de erosão laminar e sulcos próximos as áreas escavadas.

Quanto ao meio biótico é citada, primeiramente, a supressão da vegetação, sendo aquela encontrada nos campos de murundu, a única afetada.

É ressaltado que o local já se encontra descaracterizado e apresenta baixa diversidade de fauna e flora. Portanto, “a destruição de habitats pela mineração é considerada pouco significativa”.

O local não pode ser considerado uma área de abrigo, dado o grau de perturbação de seu entorno. Novamente, é citado que existem áreas de refúgio para a fauna mais exigente. Não se considera significativo o deslocamento de fauna.

Os córregos do Buritizinho, Jacaré e Caraça estão dentro da área de interferência. Há cobertura vegetal, mesmo que herbácea, que evita o escoamento superficial de solo para dentro dos córregos. Não há eutrofização nos córregos.

Os autores acreditam que a perda de diversidade biológica e possíveis alterações dos ciclos hidrológicos vêm ocorrendo ao longo dos anos nos ecossistemas aquáticos de toda a bacia hidrográfica que está inserido empreendimento. Essas alterações seriam provocadas por causas diversas, alheias a atividade de mineração.

Como os corpos d’água não são diretamente afetados pela lavra, não foram propostas medidas de controle para essas áreas, apenas a revegetação das margens com espécies ciliares.

Devido à localização em zona rural, a população dos municípios próximos não é diretamente impactada.

No capítulo Considerações Finais consta-se um resumo breve do exposto e é citado o PCA com as medidas, planos e programas ambientais, na forma de compensações ou mitigações.

O PCA (Plano de Controle Ambiental) foi elaborado pela mesma empresa e apresenta nos cinco primeiros capítulos algo muito semelhante ao exposto no RCA, porém de forma mais resumida.

No capítulo seguinte, denominado Plano de Controlo Ambiental é apresentado o tema. Para ruídos e vibrações, serão realizadas manutenções periódicas dos equipamentos e medição em alguns locais para garantir os padrões legais adotados pela Resolução CONAMA 01/90 com o envio de relatórios para a SUPRAM.

As medidas de controle de efluentes líquidos incluem a manutenção de equipamentos, para controle de vazamentos. As águas pluviais serão direcionadas para as cavas exauridas.

Para a proteção dos mananciais e da qualidade das águas superficiais e subterrâneas há o monitoramento da variação da profundidade do nível da água do aquífero no entorno da cava, a partir de 5 pares de poços. Segundo o texto:

“Será implementado um programa de monitoramento semestral da qualidade das águas superficiais e subterrâneas visando a avaliação da sistemática proposta, contendo no mínimo os seguintes parâmetros: DBO (5 dias, 200 C), DQO, Oxigênio Dissolvido, PH, sólidos sedimentáveis, sólidos dissolvidos e óleos e graxas. Os 02 pontos de amostragem de água superficial serão no Córrego do Caraço, a montante e a jusante do local de situação da Mina Alaor Pereira.

Para o controle de efluentes atmosféricos consta apenas a manutenção de equipamentos. Como não há geração de resíduos sólidos, não existe um Plano de Controle específico para esse tema.

Para problemas relacionados ao armazenamento de argila nos pátios, consta o sistema de drenagem para águas pluviais já citado.

Para o controle de erosão consta o planejamento adequado da lavra, a implantação se necessária, de novas bacias ou outros dispositivos de retenção de solos carregados à jusante de todas as áreas de solo exposto, a proteção superficial seletiva das áreas de solo exposto já em configuração final de lavra e a correção ou estabilização de feições erosivas decorrentes da atividade.

Há um Projeto Básico de Recuperação das Faixas de Proteção às Nascentes e Cursos d'água. Tem o intuito de “promover a recomposição da flora nativa faixas de proteção às nascentes e cursos d'água localizadas na propriedade da IBAR, através de plantios florestais de mudas nativas da região”. As espécies selecionadas incluem aquelas adaptadas ao meio

hidromórfico, como *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Xylopia emarginata* (pindaíba-do-brejo), *Protium spruceanum* (breu), *P. heptaphyllum* (breu), *Talauma ovata*, *Tapirira guianensis* (pombeiro), *Rapanea guianensis* (pororoca), entre outras. Totalizam-se 40 espécies, com 1.666 mudas por hectare, valor este considerado baixo justificado pela dificuldade de recuperar áreas de alagamentos sazonais. É recomendado o monitoramento da densidade arbórea através do processo de regeneração natural e instalação de poleiros, para atração de aves dispersoras de sementes. Os tratos culturais incluem: Preparo do solo, replantio das falhas, monitoramento e/ou combate às formigas, adubação de cobertura (seis meses após o plantio) e capina ao redor das mudas/coroamento.

Em consideração a proteção visual do sítio das obras, deverá ser incorporado um sistema de “cortinas de proteção vegetal”, formado por espécies de rápido crescimento. Também tem a função de evitar a dispersão de poeira, gases e ruídos para as áreas do entorno.

O Programa de Monitoramento da Fauna tem o objetivo de avaliar a ocorrência de possíveis impactos sobre a fauna, por meio do acompanhamento de parâmetros biológicos. Deve seguir as normas específicas e contar com profissionais especializados, devendo ser feito periodicamente.

4.6.2 Magnesita

A empresa Magnesita apresenta quatro documentos registrados junto ao SUPRAM no município de Uberaba. Um RCA/PCA referente às atividades industriais e de beneficiamento de minério, além de dois documentos do tipo RADA (Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental) referentes à extração e beneficiamento de minérios nas minas Fazenda Caraço Paraíso e Fazenda Tijuco.

De maneira geral, grande parte do exposto para o documento da IBAR consta nos documentos da Magnesita. Serão descritos a seguir as principais diferenças encontradas.

Inicialmente, a empresa Magnesita, como visto, faz o beneficiamento da argila refratária na região. Esse fato implica em uma série condicionantes ambientais, principalmente quanto ao uso de produtos químicos e a captação de água. Tal captação ocorre no Ribeirão Guaribas para consumo industrial e em poço tubular para consumo na vila residencial, refeitório e sanitários.

A empresa tem um quadro de 74 funcionários, sendo 25 deles terceirizados. A vida útil da mina, conforme Plano de Lavra é de 20 anos.

Os produtos químicos utilizados incluem silicato de sódio, ácido sulfúrico, alumina A50, óleo diesel, óleo lubrificante e graxa.

Os métodos de lavra são semelhantes aos da IBAR, com desmonte mecânico por retroescavadeira e transporte por caminhão basculante. O material estéril é utilizado para a regularização do terreno após a lavra. É salientado que se evita a compactação excessiva do solo, para melhor drenagem.

Quando em áreas saturadas de água, é realizada a drenagem superficial para o curso d'água mais próximo. Não há rebaixamento do nível das águas subterrâneas. A lavra é realizada no período de estiagem, entre abril e outubro, implicando em menores volumes de água drenada e menor velocidade de escoamento.

Podem ser utilizados materiais de empréstimo de áreas próximas para facilitar a operação de equipamentos nas frentes de lavra.

O processamento mineral inclui ciclonagem, deslamagem, desagregação, centrifugação, floculação, decantação (secagem), desidratação (calcinação).

Há uma barragem no Ribeirão Beija-Flor com volume de 8.623 m³. Teria a finalidade de abastecimento industrial, porém não é mais utilizada, sendo realizada, atualmente no processo industrial, a recirculação de águas. São utilizados dois tanques, denominados Dique I e II. Outros oito tanques são utilizados para decantação de rejeitos do processo de beneficiamento e outras finalidades. Há um tanque recém implantado para captação de água pluvial incidente na cobertura dos pátios de secagem. Há um depósito de areia, proveniente do beneficiamento. A Figura 18 é uma tabela retirada do próprio documento, com os efluentes líquidos e o respectivo lançamento final:

7 – ASPECTOS AMBIENTAIS					
7.1. Efluentes líquidos					
Despejo	Origem	Vazão (m ³ /dia)		Sistema de controle	Lançamento final (*)
		Máxima	Média		
Rejeito (lama) do beneficiamento da argila (L)	Planta de beneficiamento	-	189,47 m ³ /dia	Diques de decantação IA, IB, IIA, IIB, IIIA e IIIB	Recirculação
Rejeito (lama) do beneficiamento do espongilito	Planta de beneficiamento	-	-	Diques de decantação IVA e IVB	Recirculação
Efluente oleoso	Lavador de veículos da oficina mecânica 1	-	-	Caixas separadoras	Drenagens intermitentes no Ribeirão Beija-flor (classe II)
Efluente oleoso	Lavador de veículos da oficina mecânica 2	-	-	Caixas separadoras	Drenagens intermitentes no Ribeirão Beija-flor (classe II)
Drenagem pluvial	Pátios de secagem	-	-	Diques de decantação IA, IB, IIA, IIB, IIIA e IIIB	Recirculação
Drenagem pluvial (II)	Cobertura das estufas dos pátios de secagem	-	-	Diques de decantação IA, IB, IIA, IIB, IIIA e IIIB	Recirculação
Esgoto sanitário	Instalações sanitárias da unidade industrial, vila residencial e escritório	-	6,3	Fossas sépticas e filtro anaeróbio	Drenagens intermitentes no Ribeirão Beija-flor (classe II)

Figura 17 Tabela de efluentes líquidos do processo de beneficiamento. Fonte: Magnesita, 2010

Em licenciamento anterior (1995) foram deferidas as seguintes condicionantes:

- 1 - Os trabalhos de lavra deverão respeitar distâncias mínimas de 50m das margens dos cursos d'água, 30m além do limite das matas e 80m além do limite das veredas (campos hidromórficos turfosos).
- 2 - A empresa deverá apresentar proposta relativa à criação e implantação de unidade de conservação, preferencialmente do tipo RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) - Prazo: 180 dias.
- 3 - A empresa deverá apresentar, para cada área a ser minerada, o Plano de Controle Ambiental detalhado, 90 dias antes do início da lavra.
- 4 - A empresa deverá realizar o monitoramento relativo ao nível do lençol freático, nas áreas em lavra, durante todo o período de exploração.
- 5 - A empresa deverá apresentar, num prazo de 180 dias contados a partir de 15/04/95, projeto para recuperação das áreas de lavra de Jacaré e Tijuco.

6 - A empresa deverá providenciar análise química da água dos diques e do Ribeirão Beija flor. Nos diques, as análises deverão ser realizadas na época da estação chuvosa; no ribeirão, nas estações seca e chuvosa, a montante e jusante do local de lançamentos dos efluentes

Segundo a empresa, houve o cumprimento de todas essas condicionantes.

Em outro licenciamento (2003) novas condicionantes foram deferidas:

- 1 - Apresentar Relatório Técnico-Fotográfico contemplando as ações de proteção ambiental e de recuperação das áreas lavradas.
- 2 - Apresentar o laudo técnico relacionado à segurança e estabilidade da barragem de captação de água e dos tanques de decantação e de recirculação de água existentes no empreendimento
- 3 - Apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica - ART - do técnico responsável pela supervisão e monitoramento das obras e estruturas.
- 4 - Apresentar laudo de análise de classificação dos rejeitos contidos nas barragens.
- 5 - Realizar cadastro e classificação das barragens e diques.
- 6 – Dar continuidade ao programa de auto monitoramento de seus efluentes, incluindo o parâmetro Bário.
- 7 – Apresentar aprovação e registro em cartório da criação da RPPN, relativa à medida compensatória, face à operação do empreendimento.
- 8 - Apresentar Estudo Técnico relacionado à classificação do rejeito gerado no processo de beneficiamento

Novamente, a empresa afirma que todas as condicionantes foram cumpridas.

Os passivos ambientais mencionados são as frentes de lavra exauridas, as áreas de empréstimo, a barragem Beija-Flor e as pilhas de areia. São feitas as seguintes avaliações quanto as lavras exauridas:

“Essas áreas encontram-se nos campos hidromórficos, sobre solos turfosos, ambientes de grande importância ambiental no equilíbrio hídrico regional, funcionando como uma “caixa d’ água” que retém o excesso de água durante as chuvas e a restitui gradualmente. ”

“...as criações dos biótopos úmidos têm proporcionado um bom potencial para a regeneração, evidenciando a presença de elementos da antiga flora das turfeiras, como observado nas áreas lavradas recuperadas na área de concessão Beija-flor. Entretanto, comparando-se essas áreas com aquelas que foram apenas fechadas

ou abandonadas, formando apenas áreas alagadas pouco manejadas, como observado na área de concessão Jacaré, observa-se o não estabelecimento de condições propícias para a regeneração natural da vegetação, bem como da formação de feições hidromórficas. Neste caso, as camadas de argila expostas e totalmente ressecadas inviabilizam a germinação e a fixação de espécies naturais, alterando por completo o ambiente e propiciando a introdução de invasoras, como as do gênero *brachiaria*.”

A Figura 19, retirada do próprio documento, indica os problemas descritos na área de concessão Jacaré:



Figura 18 Área de concessão Jacaré em processo de reabilitação. Nota-se que não houve reconformação do terreno, pois há argila exposta (endurecida) e presença de plantas invasoras (brachiaras).

A Figura 20, também retirada do documento, mostra a área Beija-Flor, que obteve sucesso na reabilitação:



Figura 19 Área de concessão Beija-Flor, inserido ao ambiente e com diversidade de vegetação.

Na área de concessão Tijuco, foram relatados problemas na recuperação, devido a desestabilização e o rompimento do talude que compunha o “biótopo úmido” (Figura 21). Uma causa provável é o grande volume de chuvas. Foi proposto o fechamento do dreno, para simular as feições de campos hidromórficos e introduzir espécies nativas para acelerar o processo de revegetação. Também se faz necessário o monitoramento do processo de sucessão natural.



Figura 20 Rompimento do talude de um biótopo úmido na área Tijuco.

4.7 A extração do minério e a recuperação de áreas degradadas

É possível fazer uma breve análise da forma como as áreas mineradas são recuperadas. Essa análise foi feita a partir da visita feita a Mina Fazenda Tijuco da empresa Magnesita. Em seguida será discutido os itens expostos na documentação das empresas.

Inicialmente, é necessário expor as condições naturais do terreno. A característica marcante dessas áreas é o solo hidromórfico, classificado como gleissolo, que possui valores baixos de permeabilidade e transmissividade, ou seja, uma capacidade reduzida de transmitir a água para os níveis inferiores. Assim, é formado um aquífero suspenso, que alimenta de maneira lenta e gradual os sistemas superficiais de drenagem, e estes por sua vez, integram a bacia hidrográfica que abastece os rios da região, em especial o Uberabinha. Dessa forma, esse solo se torna saturado em água, sendo determinante na composição da flora e fauna local. A vegetação típica do cerrado, de arbustos e pequenas árvores, é drasticamente reduzida,

predominando assim, espécies gramíneas. Na figura 22 é possível visualizar esse ambiente e na figura 23 percebe-se um espécime da fauna, provavelmente uma graça-branca-grande (*Casmerodius Alba*) avistada no mesmo local.

Depois de analisada as condições naturais do ambiente, é necessário entender a forma de extração da argila refratária. Segundo as explicações de funcionários da empresa Magnesita, gentilmente realizadas durante a visita, são extraídas frentes de lavra, de aproximadamente 50 metros de extensão por 3-5 metros de profundidade, a depender dos teores de alumínio e de outros elementos (Fe, Si, Matéria orgânica, etc.) determinados pela pesquisa mineral. A prospecção é realizada por tradagens manuais. Os procedimentos de campo refletem o desconhecimento que se tem sobre a gênese e fator de enriquecimento das áreas. A extração retira as camadas superiores do solo, em geral cerca de 2-3 metros, até atingir o horizonte da argila refratária adequada para o método de beneficiamento.



Figura 21 Ambiente semelhante ao dos depósitos de argila refratária e ainda não impactado pela extração do minério.



Figura 22 Espécime da fauna local encontrado em área não impactada pela mineração.

Uma vez retirado todo esse material, inevitavelmente, é perdida a característica hidromórfica do solo, além do nível freático ser exposto. Uma água límpida aflora (Figura 24), formando lagos e canais de drenagem, modificando assim, permanentemente, a dinâmica hídrica natural do sistema e a recarga dos rios da região.



Figura 23 Exposição do nível freático em lavra de argila refratária

Depois de extraído o minério, as camadas de estéril retiradas são recolocadas. Geralmente, também é adicionado um material proveniente de uma área de empréstimo próxima (Figura 25). Esse mesmo material externo é utilizado nas estradas de terra da lavra. Pelo que foi visto, não é respeitada a composição original dos horizontes pedogenéticos e não foram realizados estudos a respeito das características originais do solo, como granulometria,

densidade, porosidade, grau de saturação, permeabilidade, transmissividade, plasticidade, índice de vazios, compactação, entre outros. Não é aplicada nenhuma técnica de revegetação ativa, esperando-se, assim, que a vegetação nativa circundante inicie o processo de regeneração natural. Esse método, no entanto, dificilmente traz resultados satisfatórios para todos os locais, dado o grau de degradação da atividade minerária, e depende de um intervalo de tempo demasiadamente longo.



Figura 24 Área de empréstimo de material

Na Figura 26 é possível ver uma área recém recuperada e, quando comparada com a figura 22, é nítida a diferença na densidade de vegetação.



Figura 25 Área em processo de restauração pela empresa Magnesita

Considera-se, no entanto, o fato de se tratarem de locais distintos, além do baixo intervalo de tempo desde a recuperação. O objetivo almejado por essa técnica é de retornar as características mais próximas às naturais. Dessa forma serão evitados os problemas de erosão, assoreamento e as questões relacionadas à dinâmica hídrica.

Quanto aos aspectos expostos na documentação ambiental, percebe-se uma grande semelhança na forma de operação das empresas. A diferença marcante se dá no beneficiamento do minério, que ocorre apenas na empresa Magnesita. Essa prática, quando realizada de maneira incorreta, pode aumentar consideravelmente os impactos ambientais de um empreendimento minerário, devido ao uso de substâncias químicas e a produção de rejeito industrial. As práticas de recirculação de águas e a captação de águas pluviais, como é feito pela empresa, tendem a diminuir alguns impactos, principalmente em relação a quantidade e qualidade das águas superficiais, ligadas ao sistema de coleta do município de Uberlândia.

Não foi encontrada nenhuma menção ao contaminante cianeto nas análises químicas de águas. Como essa substância se encontra presente nas análises do IGAM, no rio Uberabinha, próximo ao município de Uberlândia, e não consta nada a respeito nos documentos consultados, seria interessante incluí-la nos estudos, para determinar a influência da atividade mineral nessa contaminação.

A paisagem local se encontra em grau avançado de degradação. As atividades agropastoris dominam o uso do solo, sendo recorrente o desmatamento e o uso de pesticidas e outros produtos químicos. A mineração de argila refratária teve sua inserção no meio, a partir da década de 1930. Os empreendimentos, até os dias atuais são pequenos e dispersos, porém atuam em locais de grande importância ecológica e hídrica. A afirmação de que a perda de diversidade biológica e possíveis alterações dos ciclos hidrológicos vêm ocorrendo ao longo dos anos nos ecossistemas aquáticos de toda a bacia hidrográfica, sendo alheias a atividade de mineração, talvez deva ser repensada e analisada a partir de diferentes perspectivas.

O órgão SUPRAM apresentou condicionantes de grande valia, em especial aqueles relacionados aos temas do Código Florestal. As minerações são proibidas de atuar próximas a nascentes e cursos d'água.

Quanto a forma de recuperação das áreas degradadas, as duas empresas são baseadas na implementação de biótopos úmidos. Neste ambiente artificial, a água exposta do lençol freático é aprisionada, formando um corpo d'água semelhante a uma lagoa. Teoricamente, seria um refúgio para a fauna local e poderia servir no abastecimento público em épocas de seca.

Em relação a importância biológica, são propostos novos estudos por parte de universidades e órgãos ambientais, que comprovem a adaptação da fauna neste ambiente artificial, assim como possíveis desequilíbrios e novos impactos gerados.

Em relação ao abastecimento, é necessário refletir se o represamento de águas, com exposição à evaporação e degradação não interferem na captação de água. Essas águas, se não fossem represadas, estariam disponíveis para os cursos d'água de maneira lenta e gradual (seguindo o fluxo natural do sistema) para serem coletadas a jusante, pelo órgão responsável. Indaga-se se não seria mais proveitoso buscar recompor o sistema, segundo os parâmetros naturais do solo, a fim de retornar aos padrões originais do meio. A empresa IBAR afirma que não há nenhuma forma de drenagem para os cursos d'água naturais, sendo todo o fluxo direcionada para cavas exauridas. Dessa forma, uma certa quantidade de água, que iria atingir o sistema de drenagem, não está mais disponível para tal.

A outra forma de recuperação das áreas degradadas é baseada na reconstrução do terreno a partir do estéril (capeamento) e de material de zonas de empréstimo. Essa forma de recuperação só é realizada pela empresa Magnesita. Como relatado anteriormente, esta possivelmente é a técnica ideal quanto ao retorno da dinâmica hídrica do sistema. No entanto, a recolocação do material é realizada de maneira aleatória, não seguindo as condições naturais do solo. Seriam necessários estudos acerca de propriedades naturais do solo, como granulometria, densidade, porosidade, grau de saturação, permeabilidade, transmissividade, plasticidade, índice de vazios, compactação, entre outros. Uma vez entendida suas características, poderá ser feita uma recomposição planejada do terreno, almejando os parâmetros naturais. O custo envolvido com essa técnica pode ser maior, mas o benefício para a população é igualmente maior, dado o histórico de racionamentos e da falta de água na maior cidade do Triângulo Mineiro.

Outra questão importante é quanto a revegetação. Nas duas empresas não há ao plantio de mudas nas áreas recuperadas. O ambiente em questão mostra grande resiliência ao impacto, em razão da vegetação de gramíneas. Essa característica é extremamente benéfica para a regeneração natural. No entanto, como a recomposição do terreno não segue um padrão definido, uma vez que não há a tentativa de recompor os horizontes pedogenéticos e as características naturais do solo, depende-se unicamente da regeneração natural. A inserção de mudas, na forma de pequenos núcleos, junto a técnicas corretas de plantio, pode acelerar a recuperação da área e obter uma maior porcentagem de sucesso. Com uma revegetação plena, problemas com erosão e assoreamento também são reduzido.

5. CONCLUSÕES

As minerações de argila refratária do Triângulo Mineiro são fonte de matéria prima para uma série de empresas, que vão desde indústrias siderúrgicas, até cimenteiras e petroquímicas. Sua importância para a economia do Sudeste, e consequentemente nacional, é inegável. Tijolos e chamotes refratários, principais produtos derivados de argilas refratárias, estão diretamente e indiretamente ligados a uma gama incontável de produtos presente no dia-a-dia do brasileiro.

O minério consiste em um material essencialmente caulinitico e gibbsitico, com teores de alumínio em base calcinada em torno de 70%. A evolução deste minério pode ser associada a evolução pedogenética de arenitos arcoseanos da Membro Serra da Galga, da Formação Marília.

O processo inicial de formação do relevo da chapada sedimentar, associado a superfície Sul-Americana, induz ao aplainamento das porções centrais do Brasil e a ferruginização. Nesse processo, o ferro presente nos sedimentos é concrecionado, até a formação de couraças ferruginosas. Com climas mais úmidos e novas características do solo, a drenagem de água é prejudicada e formam-se ambientes hidromórficos. Neste novo ambiente, de características redutoras, há a acumulação de matéria orgânica, sendo essa camada turfosa importante na lixiviação da sílica e ferro do sistema. O resultado é uma argila rica em alumínio e que, atualmente, é explotada pelas empresas IBAR e Magnesita.

Apesar da importância, a substância em questão se encontra condicionado a uma zona ecologicamente sensível e que tem ligação direta à rede de drenagem que abastece o município de Uberlândia, que conta com cerca de 670 mil habitantes.

A análise da documentação presente no licenciamento ambiental mostrou que as empresas atuantes são alvo de questionamentos e de diversas condicionantes do órgão ambiental, a SUPRAM-TM. São proibidas de lavrar próximo aos canais naturais e devem fazer o monitoramento constante do lençol freático e contaminação nas águas.

A extração do minério se dá de maneira simples, com o uso de retroescavadeiras e caminhões basculantes. As frentes de lavra são pequenas quando comparadas a grande maioria das minerações. Os impactos e passivos ambientais incluem a degradação da paisagem e o impacto visual, a alteração das características do solo, a emissão de poluentes atmosféricos, a intensificação de processos erosivos e a supressão da vegetação. Para a empresa Magnesita, incluem-se ainda as áreas de empréstimo, a barragem Beija-Flor e efluentes do beneficiamento.

A recuperação das áreas degradadas é realizada de duas formas. No primeiro caso, é introduzido um ambiente alagado artificialmente, denominado biótopo úmido, que busca simular um ambiente hidromórfico. Tem a finalidade de ser um refúgio para a fauna, além de possivelmente ser utilizado para captação de águas.

Na segunda forma de recuperação, há a reconstrução topográfica do terreno, com o estéril e material de área de empréstimo. Esse método se realizado com o intuito de retornar os parâmetros naturais do solo, pode ser de grande valia, uma vez que os murundus funcionam como “caixas d’água” que alimentam de forma lenta e gradual o sistema de drenagens.

Por fim, dada a importância do tema para a sociedade, são propostos novos estudos quanto o aproveitamento dos biótopos úmidos pela fauna e os possíveis impactos relacionados, principalmente em relação a questões hídricas, como taxas de evaporação e de infiltração no meio. Da mesma forma, é preciso avaliar a viabilidade da recuperação do terreno, seguindo os padrões naturais do solo, tanto em questões de viabilidade econômica, quanto em relação ao material necessário, para que não ocorram degradações semelhantes em áreas de empréstimo.

6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados**. Universidade de São Paulo, 1963
- ALMEIDA, M. D., STEIN, D.P., MELO, M. S., BISTRICHI, C. A., PONÇANO, W. L., HASUI, ALMEIDA, F. D. **Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná**. In: Congresso Brasileiro de Geologia. Camboriú: Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. p. 2799-2812
- BATEZELLI, Alessandro. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. 2003. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, 08.05. 2003.
- BATEZELLI, A., SAAD, A. R., de JESÚS PERINOTTO, J. A., FULFARO, V. J., & ETCHEBEHERE, M. L. D. C. Análise Estratigráfica aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru-Ks) no centro-oeste do Estado de São Paulo. **Geociências**, 22(1), 5-32, 2003
- BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B. Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 65, p. 1-24, 2016.
- BARCELOS, J. H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do estado de São Paulo**. Rio Claro, 1984. 191 p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP
- BITAR, Omar Y.; BRAGA, T. de O. **O meio físico na recuperação de áreas degradadas**. Bitar, OY Curso de geologia aplicada ao meio ambiente, 1995.
- BITAR, O. Y.; ORTEGA, R. D. **Gestão ambiental. Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, cap. v. 32, p. 499-508, 1998.
- BOGNIOTTI, Lauro Doniseti. **Estudo de impacto ambiental nas cabeceiras do Ribeirão dos Guaribas e do Rio Uberlândia, Plato de Uberaba (MG): poluição das águas e solos devida às atividades agrícolas e de mineração**. 1999. Tese de Doutorado. Escola de Minas da Universidade de Ouro Preto.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.
- BRASIL. Decreto Federal nº 62.934, de 1968. **Aprova o Regulamento do Código de Mineração**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D62934.htm. Acesso em fevereiro de 2017.
- BRASIL. Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm > Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Decreto Federal nº 62.934, de 1968. **Aprova o Regulamento do Código de Mineração.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D62934.htm. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas).** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> . Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 7.511 de 7 de julho de 1986. **Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7511.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL. Medida Provisória nº 571, de 25 de maio de 2012. **Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Mpv/571.htm>. Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>> Acesso em fevereiro de 2017.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997. **Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em março de 2017.

CHAVES, Mario Luiz de Sá Carneiro et al. The Canastra Range Diamondiferous Province and the Canastra-1 kimberlite: first primary economic source of diamonds in the country. **Geociências (São Paulo)**, v. 27, p. 299-317, 2008.

COELHO. **Caracterização petrográfica, geoquímica e mineralógica do arenito da Formação Marília e processos de alteração.** 2017. Dissertação de Mestrado - UNESP, Rio Claro, 2017.

CORREIA, Waldomiro Lunardi Pires. **Contribuição à gênese e caracterização tecnológica das argilas da região de Uberaba, Minas Gerais.** 2006. 143 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DIAS-BRITO, D. et al. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil - concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Revue de Paléobiologie**, v. 20, n. 1, p. 245-304, 2001.

DILL, Harald G. Kaolin: Soil, rock and ore: From the mineral to the magmatic, sedimentary and metamorphic environments. **Earth-Science Reviews**, v. 161, p. 16-129, 2016.

EWING, J. M. et al. Changes in wetland soil morphological and chemical properties after 15, 20, and 30 years of agricultural production. **Geoderma**, v. 179, p. 73-80, 2012.

FAEG, **O que mudou no novo Código Florestal do Estado de Goiás?** Disponível em <<http://sistemafaeg.com.br/novo-codigo-florestal-de-goias>>. Acesso em fevereiro de 2017.

FARAH, Flavio. **Habitação e encostas.** IPT, 2003.

FERNANDES, Luiz Alberto. **A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá**. 1992. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDES, Luiz Alberto; COIMBRA, Armando Marcio. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 2, p. 195-206, 1996

FERNANDES, L. A., COIMBRA, A. M. Revisão Estratigráfica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo) – **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30 n.o 4, p. 717-728, 2000

GRAVINA, E. G. KAFINO, C. V., BROD, J. A., BOAVENTURA, G. R., SANTOS, R. V., GUIMARÃES, E. M., & JOST, H. Proveniência de arenitos das formações Uberaba e Marília (Grupo Bauru) e do Garimpo do Bandeira: implicações para a controvérsia sobre a fonte do diamante do triângulo mineiro. **Brazilian Journal of Geology**, v. 32, n. 4, p. 545-558, 2008

HARPER, C.; GOLDBERGER, S. **Toxicological profile for cyanide**. Atlanta: Department of Health and Human Services Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1997.

HOLL, Karen D.; AIDE, T. Mitchell. When and where to actively restore ecosystems?. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1558-1563, 2011.

IBRAM. **Mineração e meio ambiente**. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), 1992

IBRAM. **Informações sobre a Economia Mineral Brasileira 2015**. Disponível em <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005957.pdf>. Acesso em novembro de 2016

IBRAM. **Informações sobre a Economia Mineral do Estado de Minas Gerais 2015**. Disponível em <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005483.pdf>>. Acesso em novembro de 2016

IORI, Fabiano Vidoi; CARVALHO, Ismar de Souza. *Morrinhosuchus luziae*, um novo Crocodylomorpha Notosuchia da Bacia Bauru, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 4, p. 717-725, 2009.

JUNK WJ, Piedade MTF, SCHÖNGART J, COHN-HAFT M, ADENEY JM, WITTMANN F. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. **Wetlands** 31: 623–640.

KING, Lester Charles. **A geomorfologia do Brasil Oriental**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia, 1957.

LOURENÇO, L. A. B. **A Oeste das Minas. Escravos, índios e homens livres numa fronteira oitocentista, Triângulo Mineiro (1750-1861)**, Edufu, Uberlândia, 2005, 353 p.

MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. 5ª ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1995. 696p.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2009

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. **Ecosystems and human wellbeing: wetlands and water**. Disponível em: <<http://www.unep.org/maweb/documents/document.358>>. Acesso em 24/03/2017 aspx.pdf)

NETO, João Chrisóstomo Pedroso; COSTA, J. O. Caracterização química e física dos murundus da nascente do Rio Uberaba. **FAZU em Revista**, n. 07, 2011.

NISHIYAMA, Luiz. Geologia do Município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p.9-16, jun. 1989.

OLIVEIRA, Diego Alves de et al. **Áreas de preservação permanente em topo da Chapada e sua adequação à legislação federal**. 2013.

QUEIROZ, A. T. **Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica nos alto e médio curso do Rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. 137 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geografia, UFU/Uberlândia, 2012.

PROIN/CAPES e UNESP/IGCE. **Material Didático: arquivos de transparências (CD)**. Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada, 1999. Disponível em : <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais> . Acesso em abril de 2017

RADAMBRASIL, PROJETO. Programa de Integração Nacional. Levantamento dos recursos potencial naturais da terra, v. 31, Folha SE. 22, Goiânia: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso. **Rio de Janeiro**: MA, 1983.

RICCOMINI, Cláudio. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 27, n. 2, p. 153-162, 1997.

ROSOLEN, Vania; DE OLIVEIRA, Diego Alves; BUENO, Guilherme Taitson. Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. **Wetlands Ecology and Management**, v. 23, n. 2, p. 285-292, 2015.

SCHNEIDER, Samuel J. **Engineered Materials Handbook**, Volume 4: Ceramics and Glasses. 1991.

SUGUIO, Kenitiro. **Formação Bauru, calcários e sedimentos detríticos associados**. 1973. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

TAVARES, Roberto et al. **Levantamento da Geologia da Bacia Bauru (Cretáceo Superior) na Região Pontal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais**. Horizonte Científico, v. 6, n. 1, 2012.

WANTZEN, Karl M. et al. Soil carbon stocks in stream-valley-ecosystems in the Brazilian Cerrado agroscape. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 151, p. 70-79, 2012.

ZAMBRANO, A. R. Minérios refratários – um estudo preliminar. **Grupo Votorantin, Cerâmica de Guarulhos SA** (1981)