

Universidade Estadual de Goiás  
Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas -  
Henrique Santillo  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado

DANIELA PEREIRA DA SILVA

**ALTERAÇÃO DA PAISAGEM EM ÁREAS SOB A INFLUÊNCIA DE  
MINERAÇÃO DE GRANDE PORTE NO NORTE DO ESTADO DE  
GOIÁS**

ANÁPOLIS  
2016

DANIELA PEREIRA DA SILVA

**ALTERAÇÃO DA PAISAGEM EM ÁREAS SOB A INFLUÊNCIA DE  
MINERAÇÃO DE GRANDE PORTE NO NORTE DO ESTADO DE  
GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação *Stricto Sensu* em Recursos  
Naturais do Cerrado, da Universidade  
Estadual de Goiás para obtenção do título de  
Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.  
Orientador: Prof. Dr. Patrick Thomaz de A.  
Martins  
Coorientadora: Prof.(a) Dr.(a) Elaine Barbosa  
da Silva

ANÁPOLIS  
2016

### Dados internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Silva, Daniela Pereira da.

Alteração da paisagem em áreas sob a influência de mineração de grande porte no norte do estado de Goiás / Daniela Pereira da Silva. – 2015.  
83 f.: figs, tbs.

Orientador: Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás. Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2016.

Bibliografia.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho primeiramente, ao meu Pai Celestial, que sempre me ajudou em todas as etapas desta pesquisa, ao meu querido esposo e aos meus amados pais.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu bondoso Pai Celeste por me conceder esperança, força e perseverança na realização desta pesquisa.

À Pós-Graduação do RENAC - UEG pelo apoio quando sempre precisei e pela concessão da tão preciosa bolsa de estudo.

Ao meu orientador Patrick, pela paciência e conhecimento transmitido. Além de entender o desejo de fazer a pesquisa relacionada com o tema da mineração, o qual eu tanto almejava.

À minha coorientadora Elaine por me ajudar a realizar o processamento das imagens e a compreender a literatura do geoprocessamento e sensoriamento remoto.

À SECIMA – GO, em especial ao Tecnólogo em Saneamento Ambiental, responsável pela mineração de grande porte do estado de Goiás, Antônio Gabriel Ferraz, pela disponibilização dos documentos necessários e pelos contatos com as mineradoras.

Às mineradoras que autorizaram as pesquisas em campo:

Sama, em especial a Bióloga Cilene Bastos, Coordenadora de Sustentabilidade, por me receber mesmo sem agendamento prévio e pela concessão de uma amostra de amianto crisotila. Além da disponibilização dos relatórios físicos.

Anglo American – Unidade Níquel em Niquelândia, com grande apreço ao Coordenador de Meio Ambiente, José Borges Pinheiro. Pelas explicações solicitadas em relação ao empreendimento e à concessão dos relatórios físicos.

Serra Grande, especialmente à Geógrafa, Chefe de Meio Ambiente, Olívia Pinheiro S. Costa, por ter me recebido com atenção. Pela grande oportunidade de estar presente em uma mina subterrânea e andar sobre a barragem de rejeitos. E também pelas explicações dadas a mim pelos outros funcionários que acompanharam a visita.

A todos os meus professores da UFG e UEG, tanto do mestrado quanto da graduação, por terem me ajudado sempre que eu os procurava para entendimento dos mais variados assuntos.

Aos meus colegas do LAPIG – UFG, especialmente o Adriano Faria, Vinícius Mesquita e Gabriel Veloso, por me ensinar a técnica de classificação de imagens e com várias dicas ao manusear os *softwares* de processamento de imagens. Além de todos meus amigos da vida, que em algum momento da pesquisa, estavam presente.

Aos meus queridos pais – Helena e João, e ao meu padrasto Jovair, pela paciência comigo quando quase sempre estava sem a bendita paciência. E principalmente pela compreensão de minha ausência por longos períodos em casa.

Ao meu adorável e paciente esposo, Fernando, por estar ao meu lado em todos os momentos, especialmente os mais difíceis, passando noites e noites em claro em prol da minha obtenção do título de mestre.

*Se Deus é convosco a quem temereis?  
Ele é vosso Deus, seu auxílio tereis.  
Se o mundo vos tenta, se o mal faz tremer,  
Com mão poderosa, com mão poderosa,  
Com mão poderosa vos há de suster.  
Que firme alicerce – Hino SUD*

## Sumário

<b>RESUMO .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Caracterização dos municípios do norte goiano que tem como base econômica a mineração.....</b>	<b>16</b>
3.1.1 Minaçu.....	16
3.1.2 Niquelândia .....	17
3.1.3 Crixás .....	17
3.1.4 Alto Horizonte.....	18
<b>3.2 Empreendimentos minerais de grande porte no norte do estado de Goiás.....</b>	<b>19</b>
3.2.1 Sama.....	19
3.2.2 Anglo American .....	22
3.2.3 Votorantim Metais.....	24
3.2.4 Serra Grande.....	27
3.2.5 Mineração Maracá Indústria e Comércio S/A .....	29
<b>3.3 O estado de Goiás e a situação atual econômica mineral .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Sensoriamento remoto .....</b>	<b>34</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>41</b>
4.1 Expedições de campo .....	42
4.2 Processamento das imagens Landsat 5 e 8.....	42
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
5.1 Sama.....	46
5.2 Anglo American .....	49
5.3 Votorantim Metais .....	52
5.4 Serra Grande.....	55
5.5 Maracá.....	60
5.6 Análise econômica dos municípios estudados .....	62
5.7 Relatórios ambientais .....	64
5.8 Pesquisa em campo .....	66
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>79</b>

## RESUMO

A extração mineral em Goiás é uma das atividades econômicas de grande importância para o estado e, principalmente, para os municípios que a tem como base. A abundância de alguns minerais coloca o estado nas primeiras posições do *ranking* brasileiro de extrativismo, fazendo com que o interesse de instalação de grandes empresas do segmento cresça. Em empreendimentos deste setor, a alteração da paisagem é inevitável, pois é necessária a remoção de áreas naturais para a exploração dos minerais, impacto que pode se somar aos ocasionados por uma outra importante fonte econômica dos municípios goianos, a agropecuária. O objetivo geral da pesquisa é caracterizar a evolução da atividade mineral ocupada pelas áreas em que há empresas de grande porte no norte do estado de Goiás, entre os anos de 1985 e 2015, observando intervalos de uma década, além de relacionar essa alteração aos dados econômicos dos municípios que tem como base a mineração. Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto em conjunto com Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), como a classificação de imagens de satélite (Landsat 5 e 8), inspecionadas visualmente polígono a polígono. Desta forma, destaca-se a aplicação do uso destas técnicas no estudo da evolução e mudança da paisagem causada pela atividade de mineração. Já os dados econômicos foram obtidos pelas instituições que fazem este levantamento, como, o IBGE, IMB e Atlas Brasil, os quais dão base para relacionar as informações geradas pelo mapeamento com os aspectos econômicos dos municípios. Foram encontrados poucos relatórios ambientais disponíveis na SECIMA, o que dificultou as análises dos mesmos. Sendo que, as empresas não disponibilizaram nenhum relatório técnico para a pesquisa. Houve também pesquisas em campo, pois são importantes para contrastar as imagens com as observações feitas em campo, além de obter informações não divulgadas na literatura. As inspeções ao campo deveriam ter sido realizadas em todas as mineradoras de grande porte do norte de Goiás, pois o intuito foi verificar a situação atual da paisagem nas regiões nas quais se encontram. Mas, não foi possível visitar os empreendimentos da Maracá e Votorantim Metais porque não autorizaram a pesquisa em suas respectivas áreas. Os resultados dos mapeamentos proporcionaram analisar quantitativamente as classes geradas pela classificação. Por meio de observações visuais dos mapeamentos dos empreendimentos minerais e seu entorno, foi possível notar a modificação da paisagem em cada área pesquisada. Além disso, os dados econômicos puderam indicar a influência que a atividade mineral vem causando nos municípios em que as empresas estão localizadas. E que apesar delas terem uma alta produção industrial mineral e elevarem o PIB das cidades, não é investido em melhores salários para a população em geral, ou seja, a renda dos trabalhadores não acompanha o aumento do salário mínimo.

**Palavras-chave:** mineração, impactos ambientais e socioeconômicos, geoprocessamento.



## ABSTRACT

The mineral extraction in Goiás is one of the economic activities of great importance for the state and, especially, for the municipalities that have it as a base. The abundance of some minerals places the state in the top positions of the Brazilian ranking of extractivism, making the interest of installing large companies in the segment grow. In the case of developments in this sector, the alteration of the landscape is inevitable, since it is necessary to remove natural areas for the exploitation of minerals, an impact that can be added to those caused by another important economic source of the municipalities of Goiás, the agricultural sector. The general objective of the research is to characterize the evolution of the mineral activity occupied by the areas in which there are large companies in the north of the state of Goiás, between 1985 and 2015, observing intervals of a decade, besides relating this change to the data Municipalities that are based on mining. Remote sensing techniques were used in conjunction with Geographic Information Systems (GIS), such as the classification of satellite images (Landsat 5 and 8), visually inspected from polygon to polygon. In this way, the use of these techniques in the study of the evolution and change of the landscape caused by the mining activity is highlighted. The economic data were obtained by the institutions that make this survey, such as the IBGE, IMB and Atlas Brazil, which provide a basis for relating the information generated by the mapping to the economic aspects of the municipalities. Few environmental reports were available at SECIMA, which made it difficult to analyze them. Since, the companies did not provide any technical report for the research. There were also field studies, as they are important to contrast the images with the observations made in the field, besides obtaining information not disclosed in the literature. Field inspections should have been carried out in all large mining companies in the north of Goiás, since the purpose was to verify the current situation of the landscape in the regions in which they are located. But, it was not possible to visit the Maracá and Votorantim Metals enterprises because they did not authorize the research in their respective areas. The results of the mapping provided a quantitative analysis of the classes generated by the classification. Through visual observations of the mappings of the mineral developments and their surroundings, it was possible to notice the modification of the landscape in each area surveyed. In addition, the economic data could indicate the influence that the mineral activity has been causing in the municipalities in which the companies are located. And although they have a high industrial mineral production and raise the PIB of the cities, it is not invested in better wages for the population in general, that is, the income of workers does not accompany the increase of the minimum wage.

**Keywords:** mining, environmental and socioeconomic impacts, geoprocessing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do processo de produção do amianto crisotila realizado pela SAMA.

Figura 2. Fases do processamento de ouro e cobre realizado pela MMIC.

Figura 3. Mapa de localização dos empreendimentos minerais em Goiás estudados nesta pesquisa.

Figura 4. Fluxograma das etapas metodológicas do mapeamento de uso e cobertura da terra realizada em ambiente de laboratório de informática.

Figura 5. Processo de inspeção visual realizada após processo de classificação por segmentação exemplificada pela mina da Sama.

Figura 6. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Sama.

Figura 7. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Anglo American em Niquelândia.

Figura 8. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Votorantim Metais em Niquelândia.

Figura 9. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Serra Grande em Crixás.

Figura 10. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Maracá em Alto Horizonte.

Figura 11. Fotografias realizadas na empresa Sama em Minaçu. a) Fachada da entrada da empresa. b) Cava A com a presença do lençol freático. c) Bancadas da Cava A e estrada de acesso à cava. d) Parte da planta de beneficiamento da empresa.

Figura 12. Fotografias realizadas na empresa Anglo American em Niquelândia. a) Vista panorâmica da planta industrial através do mirante da empresa. b) Área de calcinação. c) Pilha de rejeito parcialmente revegetada. d) Vista do lago Serra da Mesa (em evidência o baixo nível do lago).

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIA – Associação Internacional do Asbesto

Au – ouro

CELG D – Companhia de Energia Elétrica de Goiás Distribuição

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CFEM – Compensação Financeira pela Exploração Mineral

CODEMIN – Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais S.A.

COOPSAÚDE – Cooperativa de saúde

Cu – cobre

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IMB – Instituto Mauro Borges

*ISO – International Organization for Standardization*

MME – Ministério de Minas de Energia

MMIC – Mineração Maracá Indústria e Comércio

MSG – Mineração Serra Grande

NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio

*OHSAS – Occupational Health and Safety Assessment Service*

(”) Polegada – unidade de medida

VM – Votorantim Metais

VMNQ – Niquelândia da Votorantim Metais Níquel S/A

SEGPLAN – Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás

SESI-GO – Serviço Social da Indústria – Goiás

SECIMA – Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos

## 1. INTRODUÇÃO

Um importante fator de desenvolvimento econômico para Goiás são os recursos minerais, pois o estado se destaca pela ocorrência de depósitos minerais, como fosfato, calcário, amianto, cobre, níquel, vermiculita, ouro, esmeralda, nióbio e cobalto. Este fato ressalta Goiás como o 3º no Brasil em arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), conforme é demonstrado no anuário de 2010 do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (DNPM, 2010).

De acordo com as informações disponibilizadas pela Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento (SEPLAN), no ano de 2012, a produção de níquel representou 37,12% e a de cobre 34,38% da produção nacional, colocando o estado em 1º lugar no *ranking* brasileiro de extrativismo. O ouro ocupou o 2º lugar, com 20,04%; e o amianto, produzido no município de Minaçu, representou 100% (SEPLAN, 2013).

Sete municípios de Goiás: Catalão, Ouvidor, Barro Alto, Minaçu, Niquelândia, Alto Horizonte e Crixás, concentram a produção mineral no valor comercializado de 89,73%, e o restante são oriundos do Distrito Federal e dos outros 123 municípios, de acordo com os dados do DNPM. A maior parte da economia dos municípios se desenvolve pelo recolhimento de tributos advindos dos empregos e receita pública que são gerados pelas empresas de grande porte que fazem a extração dos recursos minerais nestes locais (SILVA, 2012).

Conforme o tipo de minério e o porte das empresas, há uma classificação para diferenciar a mineração em Pequena, Média e Grande (LEITE, 2013). O DNPM, no Anuário Mineral Brasileiro do ano de 2010, define os portes de minas de acordo com a quantidade de material extraído por ano, sendo classificadas da seguinte forma: Grande - Produção Bruta (*ROM*) anual maior que 1.000.000 toneladas, Média - Maior que 100.000 até 1.000.000 toneladas, Pequena - Maior que 10.000 até 100.000 toneladas.

Inevitavelmente, os impactos ambientais provenientes desta atividade são reais e podem ser minimizados por meio de planejamento e execução de projetos, incluindo-os no conceito de sustentabilidade (BARRETO, 2001), a qual, segundo Ellovitch (2010):

é prevista pela Constituição Federal, quando impõe como dever do poder público e da coletividade a defesa e preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações (artigo 225, caput) e quando estabelece a defesa do meio ambiente como um dos princípios da ordem econômica (artigo 170, VI).

Quando as práticas desta área extrativa não estão em conformidade com a

sustentabilidade é gerado o passivo ambiental, o qual é definido por Jacometo (2001) como “o conjunto de dívidas reais ou potenciais que o homem, a empresa ou a propriedade possui com relação à natureza por estar em desconformidade com a legislação ou procedimentos ambientais propostos”. Esse passivo pode, principalmente, ocasionar riscos em áreas de mineração, onde há esgotamento de jazida seguido de descaso com a recuperação do local, desativação ou abandono da mina (BARRETO, 2001).

De acordo com a Constituição Federal de 1988, art. 225, parágrafo 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”, ou seja, nenhum empreendimento por qualquer que seja a razão está livre de recuperar ambientalmente a área que por ele foi impactada. Instrumentos como os legais (estudos e relatórios de impacto ambiental), econômicos (incentivos) e técnicos (desenvolvimento de novas tecnologias ambientais), existem e devem ser aplicados para reduzir os impactos ambientais provenientes do desenvolvimento de atividades econômicas com potencial poluidor (BARRETO, 2001).

Dentro das esferas ambiental, social e econômica, os relatórios de sustentabilidade apresentados pelas indústrias extrativas contêm indicadores qualitativos ou quantitativos que as mesmas realizam, porém, esses indicadores não são aplicáveis a determinadas atividades. Portanto, é preciso haver um estudo preciso das particularidades de cada mina e seus limites geográficos, pois os atuais geralmente não abrangem a especificidade da atividade exercida, sendo, desta forma, necessária a criação de seus próprios indicadores (VILLAS BÔAS, 2011).

Um modo de analisar as transformações e os impactos ambientais da mineração é pela tecnologia do sensoriamento remoto e geoprocessamento. Por meio das imagens adquiridas pelos satélites e o processamento das mesmas é possível verificar a alteração do uso da cobertura do solo.

A partir deste estudo, espera-se obter uma análise temporal e socioeconômica das alterações que a grande mineração provoca, positiva ou negativamente, em cada área das mineradoras Sama, Anglo American, Votorantim Metais, Serra Grande e Maracá, além de seu entorno, nos municípios em que elas se localizam.

## **Justificativa**

A atividade mineradora envolve um alto valor de capital com elevados investimentos, mas tal empreendimento modifica as condições socioeconômicas e ambientais dos municípios que a tem como base, além das áreas adjacentes. A partir de análises de transformações e impactos ambientais pela tecnologia remota de imagens é possível verificar alterações do uso da cobertura do solo e, assim, poder relacionar com dados socioeconômicos dos municípios em que as empresas estão inseridas.

Em especial, no norte do estado de Goiás, observa-se uma maior concentração de empresas de grande porte do segmento mineral devido à grande disponibilidade e diversidade das substâncias minerais, favorecendo assim, o desempenho econômico da região. Porém, notam-se diferentes condições socioeconômicas nas cidades, além disso, a atividade em questão transforma de modo significativo o meio ambiente, e conseqüentemente, a paisagem.

Apesar disso, na literatura, há um percentual reduzido de pesquisas relacionando a atividade mineral detalhada das empresas com os meios ambiental e socioeconômico em Goiás. Usualmente, trabalhos semelhantes visam investigar a influência de mineradoras às cidades próximas, contudo, sem relacionar a dinâmica evolutiva da cidade e do meio ambiente. As informações sobre os empreendimentos são muito difíceis de serem obtidas, geralmente por causarem grandes impactos ao meio, terem dados sigilosos em todo seu processo e pela influência das *commodities* minerais no mercado nacional e internacional.

Estudos sobre a relação evolutiva da alteração da paisagem pela mineração com os municípios próximos podem auxiliar governantes a tomarem iniciativas que visam o bem estar do ambiente e da população local.

## **Hipótese**

Por meio da classificação de imagens dos satélites Landsat 5 e 8 é possível identificar e analisar uma série temporal das alterações da paisagem causadas pela atividade mineral.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Caracterizar a evolução da atividade mineral ocupada pelas áreas em que há empresas de grande porte no norte do estado de Goiás, entre os anos de 1985 e 2015, observando intervalos de uma década, além de relacionar essa alteração aos dados econômicos dos municípios que tem como base a mineração.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) verificar a alteração do uso e cobertura do solo na área dos empreendimentos minerais e em seu entorno; e
- b) relacionar as transformações na paisagem através de imagens dos satélites Landsat 5 e 8 e relatórios ambientais feitos pelas empresas, com indicadores econômicos dos municípios do norte goiano onde está presente a grande mineração.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Caracterização dos municípios do norte goiano que tem como base econômica a mineração**

##### **3.1.1 Minaçu**

O município de Minaçu está localizado no extremo norte de Goiás, aproximadamente 500 km da capital do estado. Minaçu pertence à bacia hidrográfica do Rio Tocantins e teve sua política de emancipação em 1976 (IBGE, 2016).

Distrito criado com a denominação de Minaçu, pela lei estadual nº 8027, de 01-12-1975, subordinado ao município de Uruaçu, instaurou-se à categoria de município Minaçu pela lei estadual nº8025, de 14-05-1976. Pela lei estadual nº10437, de 09-01-1988, foi criado o distrito de Cana Brava sob a tutela de Minaçu, com divisão territorial, em 1995, o município é constituído por dois distritos: Minaçu e Cana Brava (IBGE, 2016).

Com uma população estimada em 31.384 habitantes e um PIB de R\$ 990.123 (IBGE, 2013), o município tem como sua principal movimentação financeira a atividade mineral. A cidade foi construída a partir da implantação do parque industrial da mineradora Sama, subsidiária da Eternit, na região de Serra de Cana Brava, para extração e beneficiamento do minério de amianto crisotila. Em 1975, alguns proprietários doaram parte de suas terras para a instalação de um povoado, que durou até o seguinte ano com a municipalização. Até 1986, a empresa forneceu energia elétrica para a cidade além de financiar a rede elétrica local. A principal via de acesso à Brasília e Goiânia, BR-153, foi também construída pela mineradora (CARDOSO; CARAZZAI, 2009).

Dados recentes do governo do estado apontam a Sama como responsável por 70% da arrecadação do município e a extração de amianto crisotila seguiu em ritmo de trabalho acelerado, 24 horas por dia. Em Minaçu, houve uma produção de aproximadamente 25 mil toneladas do minério por mês - suficiente para produzir três milhões de caixas d'água. O empreendimento emprega aproximadamente 900 pessoas e, diariamente, cerca de 40 caminhões deixam o parque industrial com o mineral beneficiado, uma vez que cerca de 59% da produção mineral é exportada (CARDOSO; CARAZZAI, 2009).



### 3.1.2 Niquelândia

Niquelândia é um dos municípios mais antigos do estado de Goiás. Surgiu após a chegada dos bandeirantes portugueses, com a notícia da descoberta do ouro. Em 1735, os bandeirantes Manoel Rodrigues Tomar e Antônio de Souza Bastos fundaram o povoado de São José do Tocantins. Este povoado foi elevado a distrito de Traíras em 1755 e, no ano de 1833, tornou-se vila e sede do município (IBGE, 2016).

Em 1938, o minerador alemão Freimund Brockers descobriu a segunda maior jazida de níquel do mundo. Consequentemente, esta descoberta atraiu exploradores do Brasil inteiro e a vila de São José do Tocantins cresceu rapidamente, tanto em população quanto em riqueza. Em razão deste motivo, a vila passou à categoria de cidade e, no dia 31 de dezembro de 1943, a cidade passou a se chamar Niquelândia, uma homenagem ao minério que lhe deu prosperidade e lhe fez conhecida no mundo inteiro (IBGE, 2016). Em 2008, estimou-se que a cidade possui uma das maiores reservas de níquel do mundo, sendo que 74% das reservas brasileiras, 37% encontravam-se em Niquelândia (IMB, 2008).

O município de Niquelândia, assim como as demais aqui apresentadas, situa-se na região norte do estado de Goiás e possui uma população de 38.517 habitantes. A exploração e o processamento do níquel na cidade são realizados por duas empresas, a Companhia Níquel Tocantins, do Grupo Votorantim Metais, e a Codemin - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais, ligada ao grupo Anglo American. Essas empresas são as maiores geradoras de empregos e de impostos no município e exercem grande influência na economia local por demandar serviços diretamente ligados à atividade extrativista mineral, e também por gerar renda para fomentar o comércio. A atividade extrativa mineral e a de indústria metalúrgica foram responsáveis por 30% dos empregos formais do município em 2007 (IMB, 2008).

### 3.1.3 Crixás

A colonização de Crixás, região compreendida entre os Rios Crixás-Açu e Crixás-Mirim, iniciou-se com a passagem da bandeira chefiada por Bartolomeu Bueno, filho do Anhanguera, em 1726, quando ali se descobriram ricas minas de ouro. A região era habitada pelos índios “Kirirás” ou “kuruchás”, cuja tradução do tupi: Crixás – deu origem à denominação dos dois grandes rios e da povoação nascente. A fundação do

povoado é atribuída ao bandeirante Manoel Rodrigues Tomás, no período de 1726 a 1734, com a denominação de Nossa Senhora da Conceição, mais tarde Crixás. Pelo Decreto-Lei Estadual nº 557, de 30 de março de 1938, o Distrito de Crixás perdeu para o de Pilar as prerrogativas de sede municipal. Pela Lei Estadual nº 850, de 30 de outubro de 1953, criou-se o Município de Crixás, instalado oficialmente em 1º de janeiro de 1954 (IBGE, 2016).

No auge da exploração aurífera, integrou-se na história de Crixás o geólogo Albrecht Pedro Dietz, “o Alemão”, descobridor das famosas minas de ouro “chapéu de Sol” e “Venâncio”, em terras posteriormente adquiridas por uma companhia inglesa, cuja exploração durou até 1923, quando os ingleses evadiram-se com todo o ouro fundido, em virtude de revolta no garimpo. O Primeiro Prefeito de Crixás foi João Ferreira de Faria, filho do Coronel Prudêncio Ferreira, nomeado por Pedro Ludovico Teixeira, que detinha grande influência no estado de Goiás. Crixás destaca-se como um dos maiores produtores de ouro do país. O rebanho bovino também tem destaque nacional (IBGE, 2016).

#### 3.1.4 Alto Horizonte

Em 1951, o Sr. Manoel Francisco Leite construiu o primeiro rancho (fazenda Jenipapo) e iniciou o patrimônio em 1952, cedendo, o mesmo, parte de suas terras para as pessoas que chegavam na região para trabalhar no campo. Em 1954, os senhores Sebastião Pedro da Silva e Pedro Rodrigues Frois adquiriram este patrimônio, sendo a transação mais antiga da qual se possui registro no município de Alto Horizonte (IBGE, 2016).

Mais tarde, foi erigida a primeira capela de pau-a-pique e criou-se a primeira escola para que os filhos dos primeiros colonos estudassem, sendo seu primeiro professor o Sr. Vicente de Araújo. Chapada Grande foi o primeiro nome do povoado que cresceu rapidamente com a chegada de várias famílias vindas do Nordeste e de Minas Gerais, somando-se aos primeiros goianos, dando impulso ao crescimento da principal economia do povoado: a agricultura e a criação de gado bovino. Situado em terras de posição geográfica privilegiada, a configuração da topografia do terreno alto, mas plano, e provida de hidrografia, tornaram a região apta para a agricultura e pecuária. De acordo com José Fortini Filho, o serviço de topógrafo da sede do município (ruas, avenidas, praças, áreas de lazer, escolas) foi realizado pelos senhores

Sebastião Pedro Silva e Pedro Rodrigues Frois. A emancipação política se deu graças à união das autoridades políticas e sociedade local (IBGE, 2016).

O então vereador Emivaldo Sebastião Borges entrou com um requerimento para separar do município de Mara Rosa. Sob a lei nº 11.399, em 16 de janeiro de 1991, devido ao crescimento do povoado e de sua economia, agricultura, pecuária, e com o surgimento de jazidas de minério de ouro e cobre na região, Alto Horizonte foi declarado município, desmembrando-se de Mara Rosa, do qual era distrito. Entretanto, tal feito só foi oficializado com a posse do primeiro prefeito, o comerciante Edvard de Deus Vieira, eleito na eleição de 1992, para tomar as primeiras decisões administrativas do recém-criado município (IBGE, 2016).

## **3.2 Empreendimentos minerais de grande porte no norte do estado de Goiás**

### **3.2.1 Sama**

#### **Histórico do empreendimento**

Em 1967, em Minaçu, a produção na Mina de Cana Brava iniciou-se a partir da ampliação de uma pequena usina piloto, que, após realizar vários projetos de expansão e otimização do processo, tornou-se a terceira maior mina produtora de crisotila do mundo, a única a explorar o mineral no Brasil, sendo superada apenas por uma mina russa e uma chinesa. (SAMA, 2007).

A Mina de Cana Brava tem 2,7 km de extensão, 1 km de largura e 150 metros de profundidade. A jazida tem garantia de extração por cerca de mais 37 anos a céu aberto, caso mantenha um nível considerado satisfatório de produção (SAMA, 2007).

A área industrial abrange duas cavas a céu aberto, duas bancas de deposição de estéril e rejeitos, usinas de beneficiamento, laboratórios industriais e de controle da qualidade do ar (ocupacional e ambiental). Além de lavanderia industrial, enfermaria, centro administrativo, oficinas mecânica e elétrica, almoxarifado e centro de formação pessoal. Na vila residencial, anexa à área industrial, são encontradas hospedagens, escola, hospital, clínica odontológica e de fisioterapia, capela, clubes, centro comercial, praças, restaurante e estações de tratamento de água e esgoto (SAMA, 2007).

## **Amianto Crisotila**

O crisotila é uma fibra mineral da família do serpentinito que apresenta características químicas e mineralógicas distintas. Normalmente é denominada como amianto ou asbestos. A fibra apresenta diversas características úteis para o uso industrial em vários materiais, como a resistência à tração, propriedades térmicas e resistência a agentes químicos. A partir da fibra são produzidos diversos produtos de fibrocimento (cimento-amianto): telhas onduladas, placas de revestimento, painéis divisórios e caixas d'água (MME, 2009).

Existem dois grupos de amianto: o crisotila – conhecido como amianto branco, e o anfibólio – chamado de amianto azul ou marrom. Este último contém fibras duras, retas, pontiagudas e quebradiças, com alta concentração de ferro. Seu uso, porém, já foi banido no mundo. O único encontrado e produzido na Mina de Cana Brava é o crisotila, que possui fibras curvas, flexíveis e sedosas, com alta concentração de magnésio. O que diferencia estas duas substâncias é o índice de biopersistência, ou seja, o tempo de permanência da fibra nos pulmões humanos antes de serem expelidos. O amianto anfibólio permanece por mais de um ano nos pulmões, enquanto o crisotila aloja-se de 1 a 4 dias (SAMA, 2007).

A partir da década de 1970 começou a surgir registros de doenças pulmonares e óbito em trabalhadores que manuseavam o amianto e pessoas expostas ao mesmo. Diante do ocorrido, intensificam-se estudos científicos na área da saúde e, por meio destes, foi apontada a relação de moléstias pulmonares (asbestose) e alguns tipos específicos de câncer pulmonar e pleural (mesotelioma) nos indivíduos expostos às fibras (MME, 2009).

Um movimento de pressão social iniciou-se logo após esses fatos aparecerem na mídia contra a empresa. O objetivo era regulamentar a exploração e uso controlado e seguro do amianto, ou até mesmo sua proibição. Posteriormente, a empresa implementou a política do Uso Controlado e Responsável do Amianto. Onde uma série de estudos e testes previam melhorias nos processos de extração, beneficiamento e fabricação de produtos contendo o minério. Estes eram realizados frequentemente com o intuito de erradicar os problemas de saúde causados pela manipulação do mineral (MME, 2009 e SAMA, 2007).

No intuito de resguardar a saúde do trabalhador e do meio ambiente, em 1995 a utilização, fabricação, comercialização e o transporte do amianto foram regulamentados

pela Lei Federal 9.055/95, pelo Decreto 2.350/97 e pela Portaria 3.214/78 (SAMA, 2007).

### **Processo de produção**

A lavra é realizada em duas cavas a céu aberto, denominadas cava A e cava B. Em 2010 a cava A estava com 156 m de profundidade e com as seguintes dimensões na superfície: 1.450 m no sentido norte-sul e 600 m no sentido leste-oeste. Enquanto a cava B estava com 169 m de profundidade e, na superfície, com 1.110 m no sentido norte-sul e 850 m no sentido leste-oeste (SAMA, 2010).

Atualmente, as duas cavas estão bastante próximas (A e B), com bancadas de altura de 10 a 13 m. O beneficiamento é feito por meio de uma série de processos de separação, passando por britagem, peneiramento e aspiração da fibra da rocha (SAMA, 2013).

Durante todo o ano de 2013, a SAMA operou em capacidade máxima, somando mais de 291,7 mil toneladas em mineral crisotila. Se esses níveis de produção forem mantidos, a mineradora projeta uma vida útil de, aproximadamente, mais 19 anos para a jazida (SAMA, 2013).

O processo de beneficiamento da fibra mineral Crisotila é a seco, totalmente enclausurado e com pressão negativa, para garantir a não emissão de particulados. É realizado por meio de diversas etapas sucessivas, entre elas: britagem, para fragmentação da rocha, peneiramento, impactação e aspiração, seguidos de desfibramento, classificação por tamanho de fibras, homogeneização, ensacamento e distribuição, conforme é demonstrado na Figura 1 (SAMA, 2010).



Figura 1. Etapas do processo de produção do amianto crisotila realizado pela SAMA.  
 Fonte: SAMA MINERAÇÕES S.A. Disponível em:  
 <[http://www.sama.com.br/pt/crisotila/processo\\_de\\_producao/index.html](http://www.sama.com.br/pt/crisotila/processo_de_producao/index.html)> Adaptado.

### 3.2.2 Anglo American

#### Histórico do empreendimento

A Anglo American é uma das maiores empresas de mineração que extrai metais e minerais. Sediada no Reino Unido e com capital aberto em Londres e Johannesburgo, a empresa tem operações instaladas no Brasil desde 1973. A Unidade de Negócio Níquel, que possui planta de níquel na zona rural do município de Niquelândia (GO), começou a ser construída em 1979 e entrou em operação em 1982 com o nome Codemin - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais S. A. (ANGLO, 2013).

Os trabalhos da Codemin deram início em agosto de 1982, com direitos de lavra em seis minas. Atualmente, a lavra nestas minas está suspensa, havendo apenas o processamento do minério de níquel advindo da unidade da empresa em Barro Alto, distante de Niquelândia aproximadamente 170 km (CETEM, 2011).

A planta metalúrgica possui circuito de britagem, moagem, aglomeração/secagem e calcinação, com instalações de processamento com duas linhas de fornos giratórios e fornos de arco elétrico, para, então, produzir cerca de 10.000 t/ano de níquel contido em liga de ferro-níquel de carbono baixo, o qual é basicamente utilizado na produção de aço inoxidável. Esta produção consome biomassa, a qual é obtida em florestas próprias de eucalipto. O eucalipto é transportado por cerca de 70 km, vindo de 46 propriedades vizinhas à usina industrial e de 51 propriedades próximas aos hortos florestais (CETEM, 2011).

## **Níquel**

O níquel é um metal amplamente utilizado na fabricação do aço inoxidável, destino de cerca de 65% do seu consumo mundial. A maioria dos componentes que são expostos à corrosão e altas temperaturas são feita de aço inoxidável. Assim, o níquel é utilizado pelas indústrias aeronáuticas, de produtos médicos e odontológicos, alimentícia, química e de higiene, além de componentes de baterias recarregáveis, microcomputadores e baterias de veículos elétricos. O mercado de níquel em 2005 foi bastante favorável. Pesquisas indicaram um crescimento no consumo de aço inoxidável na ordem de 3 a 5% ao ano, devido ao crescimento do consumo em mercados emergentes, como China, Índia, Rússia e Brasil (ANGLO, 2005).

### **Processos de produção**

A lavra é caracterizada como uma sequência de operações sistematizadas e coordenadas. Suas características estão fortemente condicionadas à geologia do corpo mineralizado e ao nível de produção desejado. Na fase de desenvolvimento da mina são considerados: desmatamento e limpeza; estradas de acesso ao corpo de minério e às instalações de estocagem; pilhas de homogeneização, britagem e usina pirometalúrgica (ANGLO, 2009).

Na lavra em superfície (plano), que coincide com a cota de implantação da mina e em meia encosta (serra), o trator, após proceder a raspagem e retirada do horizonte “A” do solo, remove o solo até uma profundidade de dois metros (o minério ocorre em forma de camada pouco espessa e aflorante na sua grande parte), acumulando-o em forma de pilhas na frente da lavra, onde a pá-carregadeira abastece os caminhões de transportes. O horizonte removido é armazenado em pilhas, sendo acumulado para o uso na recuperação futura desta área (ANGLO, 2009).

O minério proveniente da mina é descarregado em um galpão coberto, passa pelo processo de britagem e é encaminhado para um tambor misturador, onde é adicionado pó. O minério passa por um forno aglomerador/secador rotativo e depois é misturado ao redutor cavaco de madeira. O minério é alimentado a fornos calcinadores rotativos que retiram umidade, realizam uma pré-redução e calcinação deste minério. O minério calcinado é então alimentado aos fornos de redução para que possa sofrer

redução efetiva e, conseqüentemente, a liberação do ferroníquel. O material proveniente do forno de redução é enviado ao refino para redução das impurezas do metal (C, P e S) em níveis de mercado. Depois de refinado o metal é granulado (BRASIL MINERAL, 2015).

### **3.2.3 Votorantim Metais**

#### **Histórico do empreendimento**

A unidade Niquelândia da Votorantim Metais Níquel S/A (VMNQ) é uma empresa integrante do Grupo Votorantim, que foi fundado em 1918, no interior do estado de São Paulo. Suas unidades de mineração e metalurgia do Brasil estão localizadas em Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Possui ainda outras unidades produtivas no exterior. Inicialmente denominada Companhia Níquel Tocantins - CNT, atualmente VMNQ, está situada na zona rural do município Niquelândia, no estado de Goiás (VMNQ, 2014).

Hoje, a Votorantim Metais (VM) é uma das cinco maiores produtoras mundiais de zinco, maior fabricante de níquel eletrolítico da América Latina e líder brasileira na produção de alumínio primário, consolidando-se como a segunda maior empresa brasileira de metais não-ferroso (VMNQ, 2014).

As operações com o níquel ocorrem em São Miguel Paulista (SP) - metalúrgia - e Niquelândia (GO) - mina e beneficiamento, as quais, juntas, produzem 44 mil toneladas anuais de níquel. A VMNQ iniciou as atividades na produção de níquel eletrolítico com capacidade de produção de 5 mil toneladas anuais, alcançando, atualmente, 25 mil toneladas anuais de níquel eletrolítico (VMNQ, 2014).

A empresa é responsável pela fabricação de carbonato de níquel e cobalto, atuação que teve início, neste segmento, em 1957, quando assumiu o controle da Companhia Níquel de Tocantins. Nessa época começaram os estudos geológicos para a exploração de minas localizadas na região de São José do Tocantins, hoje município de Niquelândia, Goiás. O empreendimento, em maio de 2006, sofreu uma alteração de sua razão social passando a chamar-se então, Votorantim Metais Níquel S/A (VMNQ, 2014).

Na unidade Niquelândia - Usina Macedo, são extraídos níquel e cobalto. A Votorantim Metais Níquel S/A é a única produtora de níquel eletrolítico do país,



contando com uma produção atual de 21.600 toneladas anuais de níquel e 1.148 toneladas anuais de cobalto. Suas operações são voltadas principalmente para o mercado internacional (EUA e Ásia), além de ser responsável pela extração de minério e produção de carbonato de níquel, através de processos físicos, pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos (VMNQ, 2010).

O complexo da empresa é formado pela mina Buriti com nove frentes de lavra a céu aberto, em bancada, em uma jazida de 22 km de extensão, quatro usinas de britagem, moagem e secagem do minério e uma planta hidrometalúrgica para produção de carbonato de níquel. O qual é enviado para o posterior beneficiamento na usina metalúrgica existente em São Paulo, onde é produzido o níquel eletrolítico (MME, 2009). Além de possuir duas estruturas de barragens em funcionamento no entorno de seu empreendimento, sendo uma delas para contenção de rejeito industrial e outra para acumulação e captação de água, conhecidas como Barragem do Jacuba e Barragem do Mosquito (VMNQ, 2014).

### **Níquel eletrolítico**

A planta hidrometalúrgica da empresa produz carbonato de níquel, com capacidade de 23.000 t/ano de metal contido, utilizando o processo de lixiviação amoniacal. O carbonato é a matéria-prima para a obtenção do níquel eletrolítico (MME, 2009).

Para que o níquel esteja adequado a um revestimento eletrolítico, este precisa estar limpo, isento de substâncias como graxa, gordura, óxidos, restos de tintas e outras impurezas, como areia. Os pré-tratamentos podem ser mecânicos ou químicos/eletrolíticos. Entre os pré-tratamentos mecânicos, estão o esmerilhamento, tamboreamento, vibração, escovação, lixamento, polimento e jateamento, que utilizam escova de aço ou latão, rolos de esmeril ou de lixas, entre outros materiais abrasivos usados para remover rebarbas, sulcos, irregularidades, camadas de óxidos e resíduos de tintas e de soldas (VM, 2010).

O eletrólito de galvanoplastia, além do sal contendo o íon metálico, pode carregar substâncias químicas para o ajuste da condutividade elétrica, aditivos que determinam o tipo de depósito e um tampão para estabilização do pH. Os sais mais utilizados nos eletrólitos de níquel são: sulfato de níquel, cloreto de níquel, sulfamato de níquel e carbonato de níquel (VM, 2010).

## **Cobalto**

O cobalto é um metal duro, ferromagnético, de coloração branca azulada. Normalmente, é encontrado junto com o níquel, e ambos fazem parte dos meteoritos de ferro. O cobalto é um metal com características e propriedades muito próximas às do níquel, porém, com maior resistência mecânica e um custo ainda mais alto. A resistência à corrosão do cobalto também é elevada. O Co-60, um radioisótopo, é um importante traçador e agente no tratamento do câncer. O cobalto metálico é normalmente constituído de duas formas alotrópicas com estruturas cristalinas diferentes: hexagonal e cúbica centrada nas faces (QUIMLAB, 2002 e INFOMET, 2016).

## **Processo industrial**

A operação de lavra na VMNQ é a céu aberto e sazonal, ou seja, existem períodos definidos de seca (abril a setembro) e de chuva (outubro a março). O método de lavra a céu aberto utilizado é o de lavra em bancadas, onde pode ocorrer em encostas ou em cavas, no qual se define uma geometria em bancos com altura e largura pré-definidas, respeitando os parâmetros geoestruturais do maciço e a vida útil da mina (VM, 2014). O processo se inicia com secagem e moagem do minério de Ni nas usinas de beneficiamento, estas com uma capacidade total de 315 t/h de minério seco e moído. Sendo que, para a secagem do minério, a fonte geradora de calor é a queima completa do óleo combustível 1 A e coque de petróleo, gerando gás quente a 950°C (BRASIL MINERAL, 2015).

Após o beneficiamento com combustível de origem vegetal, granulometria e umidade adequada, o minério de Ni seco e moído alimenta os fornos de redução seletiva (atualmente 9 fornos com capacidade instalada de 32,5t/h de alimentação de minério), onde o minério sofre o processo de redução pelos gases CO e H<sub>2</sub>, gerados pela queima incompleta de óleo combustível 1 A, nas câmaras de combustão destes equipamentos (BRASIL MINERAL, 2015).

Assim, os óxidos e silicatos de Ni são reduzidos para a forma livre de Ni metálico e em seguida são solubilizados em solução amoniacal com a adição de ar atmosférico nas baterias de lixiviação. Os gases residuais provenientes da chaminé dos fornos são reaproveitados na geração de calor para secar o minério nas usinas de

beneficiamento (BRASIL MINERAL, 2015).

A este minério é adicionada solução amoniacal (solução primária  $-(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$ ), que sofrerá o processo de lixiviação e lavagem (BRASIL MINERAL, 2015). Com a injeção de vapor nas em torres de precipitação faz-se a precipitação do carbonato. Em seguida, este carbonato é seco, sendo que a fonte geradora de calor é a queima completa do óleo combustível 1 A. Ao final do processo, o produto é um Carbonato de Níquel e Cobalto, com cerca de 46% Ni e 2,3% Co (BRASIL MINERAL, 2015).

### 3.2.4 Serra Grande

#### Histórico do empreendimento

Localizada em Crixás, a Mineração Serra Grande (MSG) é uma empresa do segmento de mineração e metalurgia de ouro e possui capital aberto. Além disso, é subsidiária integral da *AngloGold Ashanti*, que rege 20 operações distribuídas em 10 países e 4 continentes. Também possui sede em Johannesburgo, na África do Sul, e atua no Brasil (MSG, 2014).

Os trabalhos de prospecção geológica foram iniciados na área da Mina III em 1976. Em agosto de 1985 começou a escavação de uma rampa para constatação das reservas em subsolo, as quais foram detectadas por pesquisas na superfície. A planta metalúrgica deu início em suas operações em outubro de 1989, tendo previsão de capacidade para tratar 240.000 t/ano de minério com um teor médio de 11,18 g/t, e atingiu a capacidade nominal (360.000 t/ano) em 1990. No mesmo ano houve a expansão na planta e na Mina III, aumentando a capacidade para 420.000 t/ano. Em 1991 foi aumentada, novamente, passando para 485.000 t/ano (MSG, 2014).

Em 1985 um furo de sondagem simultaneamente às atividades, interceptara uma mineralização de ouro na Mina Nova, fazendo com que em 1989 fosse iniciada uma sondagem para avaliação de reservas, que foi concluída em 1991. A partir desta avaliação chegou-se a um recurso geológico da ordem de 2,85 m de toneladas, com 5,83 g/t. Em 1993 iniciou-se a abertura da rampa da Mina Nova de acesso aos corpos mineralizados, atingindo o corpo 1 em maio de 1994 (MSG, 2014).

Em 1995 foi aprovado o estudo de viabilidade para o projeto Mina Nova, que

iniciou sua produção em 1996 com uma taxa de 55.000 t/ano, e a planta metalúrgica chegando à capacidade de processamento de 540.00 t/ano de minério. Já os estudos para executar a pesquisa mineral do corpo Palmeiras, ocorreram em 1997, porém somente em 2000 obtiveram-se resultados positivos e as pesquisas desenvolveram-se até 2005 (MSG, 2014).

Em 2007 foi iniciada a lavra de todo o minério da mina que aflorava na superfície até o nível 50 (a 50 m de profundidade) - exploração do *open pit*, sendo que sua primeira frente de lavra já está exaurida desde 2009 e a segunda ainda se encontra em operação. Os trabalhos de desenvolvimento da Mina Palmeiras começaram em 2008 (MSG, 2014).

Foi dado início ao desenvolvimento do corpo de minério Pequizão, localizado em uma área adjacente à Mina Nova em 2009. O *Open Pit*, atualmente, está se exaurindo, sendo que os principais trabalhos em desenvolvimento são o fechamento do segundo depósito de estéril (locado no lugar da primeira cava), a conclusão da última bancada do depósito sul (primeiro a ser desenvolvido) e a lavra propriamente dita em baixa escala (MSG, 2014).

As principais atividades da empresa compreendem-se na exploração de três minas subterrâneas, sendo uma a céu aberto, e no beneficiamento do minério de ouro. A área industrial contempla a praça da moega (área destinada à blendagem de teores), infraestruturas como pátios, depósitos e galpões de materiais, prédios e escritórios administrativos, paiol de explosivos, blendagem/fabricação de *ANFO* (explosivo granulado), estradas de acesso, dentre outras (MSG, 2014).

## **Ouro**

O ouro ocorre na forma nativa, mas frequentemente está associado à prata em quantidades variadas e algumas vezes possui também traços de cobre e ferro. O ouro nativo quando contém bismuto é denominado maldonita ( $Au_2Bi$ ). A coloração normal do ouro é amarela, porém, ao formar liga com outros metais pode apresentar-se branca, quando é misturado, em proporções variáveis, com prata, níquel, paládio ou zinco. Existem variedades verdes quando misturado com cádmio; azuis e roxas, se combinado com ferro e alumínio, respectivamente (MME, 2009).

Os usos do ouro são, dentre outros, produção de joias, indústria eletroeletrônica, lastro monetário, moedas e medalhas comemorativas (MME, 2009).

## Processo de produção

Todo o material extraído no *open pit* é transportado por caminhões tipo basculante para a planta metalúrgica já existente. O beneficiamento se dá dentro desta planta. As principais unidades de processamento da planta metalúrgica são (MSG, 2014):

- I. Britagem e moagem do minério;
- II. Espessamento e lixiviação em tanques com cianeto de sódio;
- III. Filtragem;
- IV. Clarificação da solução;
- V. Precipitação com zinco (processo “*Merril Crowe*”).

O minério que alimenta a planta segue em direção à área de britagem, onde ocorrem as primeiras etapas de cominuição. O circuito de britagem consiste em britagem primária com britador tipo mandíbula, britagem secundária, com britador hidrocônico e britagem terciária, com dois britadores hidrocônicos em circuito fechado. Após a britagem, o minério é estocado em dois silos com capacidades de 1.800 t e 1.100 t. O minério britado com granulometria inferior a 10mm contido no interior dos silos é retomado através de transportadores de correia que alimentam dois circuitos de moagens de bolas a úmido e em paralelo. Parte das cargas circulante dos moinhos é bombeada para o circuito gravimétrico, onde se realiza a recuperação de ouro por gravimetria (BRASIL MINERAL, 2015).

O produto final da moagem alimenta um espessador e depois segue para a etapa de lixiviação com cianeto de sódio, composta de 20 tanques e tempo de residência de 24h. A polpa lixiviada segue para a área de filtragem, constituída de filtros rotativos à vácuo e realizada em duas etapas. A solução de ouro filtrada é succionada por bombas à vácuo e o “*cake*” que se forma ao longo do corpo cilíndrico é repolpado e direcionado à barragem de rejeitos. O ouro contido na solução é recuperado pelo processo “*Merril Crowe*”, que consiste na clarificação e desareação da solução rica, seguido pela precipitação do ouro com pó de zinco e subsequente separação do precipitado em filtros prensa (BRASIL MINERAL, 2015).

### 3.2.5 Mineração Maracá Indústria e Comércio S/A

## **Histórico do empreendimento**

Subsidiária do grupo canadense Yamana Gold, a Mineração Maracá Indústria e Comércio S/A – MMIC teve sua origem em 1973, a partir de uma campanha de pesquisa geológica da Mineração Serra do Leste Ltda, associada à Eluma S/A Indústria e Comércio. (MMIC, 2013).

O Projeto Chapada foi concebido inicialmente para extrair e processar minério de cobre e ouro com uma vida útil estimada em 19 anos. O minério é extraído de uma mina a céu aberto e transportado para a planta de beneficiamento. Em dezembro de 2006 a mina começou a operar com a produção regular de concentrado de cobre e em Janeiro de 2007 a produção comercial foi iniciada (MMIC, 2013).

A mina é dividida em três partes: cava principal, cava norte e corpo sul, as quais são explorados a céu aberto. A cava principal possui 7km de extensão e mais de 200 metros de profundidade, demonstrando uma sequência de inúmeras bancadas cinzentas com um lago azul no centro. O Corpo Sul - cava que começou a ser explorado em 2014, a fim de dar continuidade às atividades já desenvolvidas da empresa, tem um melhor teor de concentração de ouro e está contribuindo para o aumento da produção, de acordo com o balanço trimestral da MMIC (ADHOC, 2014).

Devido ao crescimento da produção da planta industrial, a partir de janeiro/2009, o volume de rejeito produzido anualmente também aumentou, sendo necessária a antecipação da construção dos alteamentos da barragem de rejeito. Com o aumento da produção, cresceu também a demanda de água para o processo. Para atender a esta busca, foi instalada uma captação no rio dos Bois, sendo a água bombeada para a barragem do Baco Pari. Desta forma, a barragem passou a ter a função de acumulação de água e de rejeitos (MMIC, 2013).

## **Cobre**

O cobre é um metal de cor marrom-avermelhada característica, é dúctil, facilmente maleável. Ocorre naturalmente na forma pura, mas também se apresenta combinado em minerais, formando sulfetos, óxidos e carbonatos. Também é caracterizado pela facilidade de oxidação, em função do potencial de redução muito abaixo do potencial de formação do hidrogênio a partir da redução da água, tornando-o assim um metal pouco nobre (MME, 2009).

Pelo processo de calcinação o enxofre é removido da calcopirita, resultando em cobre bruto, que pode ser refinado em fornos para obter o cobre metalúrgico ou submetido à eletrólise para um maior grau de pureza (cobre eletrolítico). No processo eletrolítico, o cobre puro é depositado no catodo. O resíduo (lama anódica) contém quantidades aproveitáveis de prata e ouro (MME, 2009).

A aplicação básica do cobre é a condução de eletricidade, sendo utilizado em cabos e transformadores de linhas de transmissão, instalações prediais, aparelhos elétricos e eletrônicos e seus componentes. Os compostos de zinco, óxidos e pós, também são amplamente aplicados na indústria, como o cloreto de zinco (em desodorantes), zinco piritiona (em xampus), sulfato de zinco (tintas luminescentes) e o zinco dietílico (na indústria farmacêutica), além de outros, como cosméticos, borrachas, explosivos, tintas e papel (MME, 2009).

### **Processo de produção**

A lavra é a céu aberto, em bancadas de 10 metros, em ritmo de produção, base seca. O carregamento de minério é realizado por escavadeiras hidráulicas de caçambas com capacidade para 17 m<sup>3</sup> em caminhões fora de estrada de capacidade nominal de 85 toneladas. O carregamento do material desmontado é realizado através de escavadeiras ou carregadeiras de grande porte e transportado da frente para a britagem e/ou pilhas de estéril com auxílio de caminhões rígidos, com altura compatível com o equipamento de carregamento (MMIC, 2013).

Um dos objetivos das operações de lavra é a otimização do tempo de ciclo, maximizando a produtividade do transporte e do carregamento. Como o tempo de transporte é o fator limitante, é realizada a adequação das pistas, mesmo em terrenos de suporte, pois a repetida passagem de caminhões sobre as mesmas faixas das pistas tende a provocar ondulações e formar cavidades. As fases do processo industrial, apresentadas na Figura 2, demonstram como se dá o processo de produção de concentrado de cobre e ouro (MMIC, 2013):

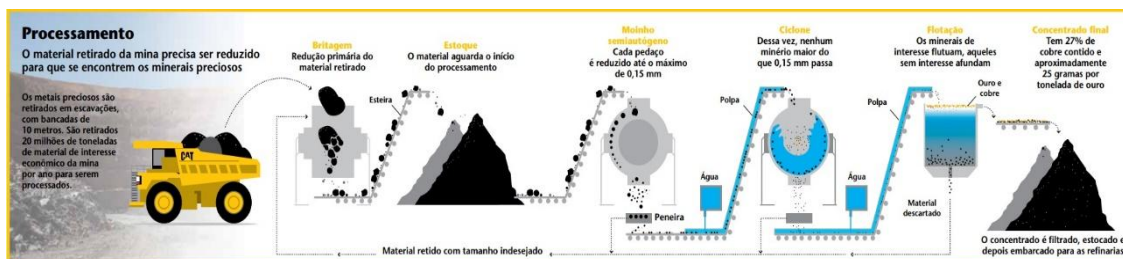


Figura 2. Fases do processamento de ouro e cobre realizado pela MMIC.

Fonte: Revista ELO (2009).

A tubulação de rejeitos transporta a lama contendo os rejeitos do processo desde a planta de beneficiamento industrial até a crista da barragem, percorrendo uma distância variável, de 1.500 a 3.000 m, onde a lama é ciclona. Uma parte da lama é destinada à produção do material de construção (*underflow*), para o aterro da barragem, e a outra é destinada à construção da praia (*overflow*), que também serve de apoio aos futuros maciços de alteamento da barragem (MMIC, 2013).

### 3.3 O estado de Goiás e a situação atual econômica mineral

Em virtude da crise decorrente da queda de preços das *commodities* minerais e a redução da demanda em 2015, o setor de mineração vem enfrentando diversos problemas econômicos. Apesar desta situação, o estado de Goiás tem mostrado, em relação ao desenvolvimento da indústria mineral, um desempenho favorável em comparação ao resto do país. Isso, devido ao recolhimento da CFEM (Contribuição Financeira sobre a Exploração Mineral) e às exportações (ALVES, 2016).

Sobre a CFEM, a arrecadação no Brasil diminuiu 12%, já em Goiás houve um aumento de 11%, ambos no período de 2011 a 2015. Isso indica que houve um crescimento na área da mineração no estado, mantendo-o em terceiro no *ranking* nacional como maior produtor de bens minerais. Quanto às exportações, somente os empreendimentos do segmento mineral goiano, em 2015, exportaram quase 20% de toda exportação realizada no estado. Cobre, ferroníquel, ferronióbio, ouro e amianto foram os bens minerais que mais contribuíram para que Goiás continuasse a atuar nas exportações do país (ALVES, 2016).

As empresas Anglo American, Yamana Gold, Anglo Gold Ashanti e Votorantim já desenvolvem atividades minerais no estado, auxiliando no desempenho econômico do



estado. Porém, apareceram outros importantes projetos realizados por novas empresas com as substâncias de ouro, diamante, bauxita, elementos terras raras e a instalação de duas fábricas de cimento, auxiliando o estado por meio de novos investimentos, fortalecendo a economia mineral deste (ALVES, 2016).

Para atrair os investidores, o governo tem facilitado a implementação dos projetos minerais por meio de incentivos fiscais, parcerias para desenvolvimento tecnológico e no licenciamento ambiental. Além de investir na qualificação dos indivíduos que desejam seguir uma carreira voltada para os recursos minerais, com a inserção de cursos como Geologia, Engenharia de Minas, Técnico e Tecnologia em Mineração. É importante ressaltar que todos estes são oferecidos em instituições públicas, portanto, os interessados possuem acesso gratuito a eles (ALVES, 2016).

Em meio a este cenário, em Goiás ocorreu um fato que impactou de forma negativa o estado e a cidade de Niquelândia. Uma nota oficial da empresa Votorantim Metais foi enviada ao jornal local no dia 18 de janeiro de 2016, comunicando a suspensão das operações de níquel das unidades de Niquelândia e São Miguel Paulista (SP), até que as condições de mercado necessárias para a viabilidade do negócio sejam normalizadas (OLIVEIRA, 2016).

A queda do preço do níquel no mercado internacional foi a principal razão para a empresa ter chegado a esta decisão. O custo da produção atualmente é de 9,5 mil dólares por tonelada e a venda sai por 8,5 mil dólares por tonelada. Para haver um equilíbrio econômico para a empresa seria necessária a venda a 12 mil dólares a tonelada. Caso o mercado retome o seu ritmo, a empresa pode voltar a operar (GABINETE DE IMPRENSA DO GOVERNADOR DE GOIÁS, 2016).

O governo estadual definiu um pacote de medidas a fim de minimizar os efeitos negativos da suspensão da extração de níquel pelo empreendimento. A meta do estado é priorizar a execução de obras públicas em Niquelândia e liderar um programa de requalificação de mão de obra e de gestão empresarial, com o intuito de capacitar os funcionários desligados pela mineradora (GABINETE DE IMPRENSA DO GOVERNADOR DE GOIÁS, 2016).

Outros acontecimentos desfavoráveis ao estado no segmento de mineração foram:

- redução de 9,8% nas vendas do amianto crisotila, em 2015, comparado ao ano de 2014, pela Sama. Isto devido à crise econômica que o Brasil e os países em

que o empreendimento possui participações de mercado estão sofrendo (ALVES, 2016);

- a mineradora Anglo American comunicou ao governo sobre a venda de suas duas unidades em Goiás, de exploração de nióbio, em Ouvidor, e de fosfato, em Catalão. Em razão de um plano de reestruturação global, a companhia decidiu vender ativos para se capitalizar. Entretanto, a empresa garantiu que as unidades de exploração de níquel em Barro Alto e em Niquelândia serão mantidas (EDITORIAL DE O POPULAR, 2016); e
- a região norte de Goiás foi influenciada pela redução na atividade industrial, principalmente em Alto Horizonte, em virtude da redução na extração do cobre; em Minaçu pela redução na atividade de geração de energia elétrica e extração de amianto; e em Niquelândia pela redução na extração de níquel (IMB, 2015).

A crise que o setor de mineração está vivendo, atualmente (por volta do 2º semestre de 2015 e 1º semestre de 2016), é devido à queda dos preços de algumas *commodities* minerais com a redução do crescimento da China. Apesar desses fatos negativos à economia goiana, há um otimismo em relação à retomada dos preços das *commodities* minerais por parte das empresas e do governo.

### 3.4 Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto pode ser conceituado de forma mais clássica, conforme Fitz (2008), como a “técnica que utiliza sensores para a captação e registro à distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre”. Ainda de acordo com este autor, capacidade de um instrumento em captar a energia refletida ou emitida por uma alguma superfície e a registrar em vários modos de dados digitais, é definida pela palavra “sensores”. Desta forma, através de *softwares* de processamento de dados, estas informações podem ser arquivadas, manuseadas e processadas. Mas, para a obtenção destes dados é preciso haver: fonte/energia radiante (solar), para sensores passivos; objeto de visada (alvo na superfície); e sistema de imageamento óptico e detector (sensor) (FITZ, 2008).

Outros autores consideram o sensoriamento remoto como uma ciência, a exemplo de Meneses e Almeida (2012, p. 3), os quais definem como “uma ciência que

visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres”. Tal definição assegura que a medição da radiação eletromagnética do objeto observado é registrada pelo sensor, analogamente ao olho humano que é capaz de perceber a luz refletida da superfície de qualquer alvo (MENESES e ALMEIDA, 2012).

O sensoriamento remoto, por meio de resultados obtidos pelas imagens de satélites, tem proporcionado aos pesquisadores manipulação e análises de dados ambientais, como o monitoramento de dados oceânicos e da cobertura vegetal (MOREIRA, 2011). Através deste sistema de análise, Silva et al. (2013), Sano et al. (2010), dentre outros, destacam a transformação da paisagem do cerrado, com destaque à expansão da agropecuária no bioma, reforçando a importância desta tecnologia em avanços nos estudos dos recursos naturais e alteração da paisagem pelo homem.

## CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO

A evolução do processamento digital de imagens se deu a partir da década de 1970, por meio de obtenção, armazenamento e transmissão delas, de maneira mais apropriada através da chegada das primeiras plataformas espaciais. Devido a este avanço, atualmente tem-se aplicabilidade em várias áreas, em especial, a ambiental, como mapear e monitorar regiões agrícolas e desmatadas (MOREIRA, 2011).

De acordo com Moreira (2011), o processamento digital de imagens pode ser compreendido como um processo que utiliza a imagem como entrada e saída do manuseio dela em um computador, ou seja, é a associação dos *pixels* da imagem a uma determinada classe temática de acordo com o uso. Com a utilização adequada desta técnica, em ambiente digital, pode-se utilizar dados do espectro eletromagnético já armazenados para analisar uma imagem. O método de classificação de imagens é um dos mais empregados para realizar análises multiespectrais, além de estar ligado com técnicas de geoprocessamento. Segundo Fitz (2008), classificação é reconhecer alvos reunidos em *pixels* por meio de classes pré-definidas. Geralmente, para que haja uma comparação do mesmo *pixel* é preciso confrontar no mínimo duas bandas do espectro, assim, obtendo diversos resultados.

Gerar mapas temáticos ou, ainda, reunir dados de uma determinada imagem são algumas possibilidades que a classificação proporciona a partir da elaboração de

imagens virtuais de certa área. O resultado da classificação são os tópicos adquiridos por meio de critérios aplicados (FITZ, 2008). A classificação pode ser realizada de forma supervisionada ou não-supervisionada. Pela capacidade de processamento de dados e pela velocidade de reconhecimento de padrões, as análises realizadas por seres humanos são inferiores quando comparadas às processadas por computadores. Entretanto, o olho humano ainda é o melhor sensor para distinguir alvos de uma imagem (MOREIRA, 2011). Os processos supervisionados e não-supervisionados podem ser realizados *pixel a pixel* ou por regiões, método mais conhecido como segmentação, métodos que serão melhor explanados a seguir.

## CLASSIFICADORES POR *PIXEL*

### a) Classificação Supervisionada

Este método utiliza a capacidade de interpretação do analista, pois os padrões fixados por ele serão a base para classificar a imagem. O suporte para padronizar a supervisão se dá a partir da determinação de áreas ou polígonos na imagem vetorizados que determinam elementos notáveis na forma de polígonos (FITZ, 2008). A seguir apresentam-se, com base em Fitz (2008), os principais algoritmos utilizados neste processo.

- Método do paralelepípedo

Em um conjunto de *pixels* pré-definidos pelo menor e maior valor dos mesmos, é que definem a área quadrada representativa. A classe que estiver em uma imagem será representada por esses *pixels* que são determinados por um polígono. A classe final, equivalente a todos os *pixels* similares da imagem, é estabelecida pelos dados que estão inseridos no quadrado que o polígono representativo está envolvido.

- Método da distância mínima

De acordo com a classe mais próxima do *pixel*, este método irá atribuir certo valor a cada um deles da imagem. Desta forma, tipos distintos de vegetação é um bom exemplo que representa a redução dos problemas de *pixels* que usa respostas espectrais advindas de classes opostas. Este método utiliza bases estatísticas para desempenhar suas funções.

- Método da máxima verossimilhança ou MAX-VER

Este método é fundamentado na determinação de regiões que podem representar feições conhecidas já estabelecidas. A média e a covariância dos *pixels* expressos são aplicadas para calcular a probabilidade de um *pixel* externo às amostras vinculadas a elas. É preciso empregar polígonos de uma grande quantidade de *pixels* (acima de 100), para que seja satisfatória a amostragem probabilística. Quando comparado aos outros métodos, MAX-VER é o que teve um maior desenvolvimento, sendo assim o mais usado na classificação supervisionada (FITZ, 2008).

#### b) Classificação Não-Supervisionada

Neste tipo de classificação, determinados *pixels* que constitui a imagem irá receber padrões fixados por certo *software*. Através de contrastes espectrais com os outros, os *clusters* (nuvens ou agrupamentos), são identificados de forma automática pelo computador e classificados, ou seja, a classificação dos *pixels* é de maneira automática advinda de sua reflectância.

O comportamento dos alvos é incerto por não se ter acesso às regiões a ser pesquisadas pelo analista, assim, este método geralmente é o mais indicado quando se tem esta situação. Por não monitorar o agrupamento escolhido, este caso costuma gerar incertezas em relação aos resultados.

### CLASSIFICADORES POR REGIÕES - SEGMENTAÇÃO

As análises de regiões utilizam a informação espectral de cada *pixel* associada com a informação espacial entre o *pixel* e seus vizinhos, como critério de decisão dos classificadores. Baseados nas propriedades espectrais e espaciais dessas áreas, os classificadores simulam o comportamento de um “fotointérprete” ao analisar áreas homogêneas. Áreas que possuem a mesma textura e compartilham propriedades espectrais e espaciais são agrupadas. A classificação de imagens por regiões é separada por várias etapas, e.g. segmentação, extração das regiões, classificação e mapeamento, a exemplo do *software* Spring (MOREIRA, 2011).

Um dos principais produtos gerados na classificação por regiões é a segmentação, que pode ser definido como a fragmentação de uma região e unidades homogêneas, considerando características como o nível de cinza dos *pixels* e a textura. Com esse produto, vários trabalhos de classificação de imagens têm sido realizados por

método de classificação supervisionada e não supervisionada. Destaca-se ainda o método de classificação supervisionada por meio de interpretação visual destes segmentos/polígonos sobrepostos à imagem (SANO et al. 2007; SILVA, *et al.* 2013; ANJOS, *et al.* 2014).

## SATÉLITES LANDSAT 5 e 8

### LANDSAT 5

No fim da década de 1960, deu-se início à série Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*) por meio de um projeto que a Agência Espacial Americana desenvolveu para observar os recursos naturais terrestres. Em 1972, o satélite ERTS-1 ou LANDSAT-1 foi o primeiro a ser lançado, dando início à série Landsat (2, 3, 4, 5, 6 e 7). O principal objetivo do sistema Landsat é o mapeamento multispectral com alta resolução da superfície terrestre (EMBRAPA, 2013 e NASA, 2016).

Em 1982, com o sensor MSS (*Multispectral Scanner*), o Landsat 4 iniciou sua operação, trazendo, ainda, o sensor TM (*Thematic Mapper*), o qual foi idealizado para auxiliar projetos e pesquisas em diversas abordagens, sobretudo em recursos naturais. Utilizando os mesmos sensores do Landsat 4, o Landsat 5 entrou em órbita após dois anos. O Landsat 5 exibiu vantagens sobre o anterior como, por exemplo, melhor resolução espacial, acurácia radiométrica e posicionamento geométrico (EMBRAPA, 2009).

### LANDSAT 8

Em 11 de fevereiro de 2013, foi dada continuidade à série, com o Landsat 8, o qual chegou repleto de atualizações e novos sensores, como o sensor espectral OLI (*Operation Land Imager*) e o sensor termal TIRS (*ThermalInfrared Sensor*). Portanto, com esses novos sensores houve uma melhoria na resolução espectral e alterações nos intervalos espectrais (SOARES et al., 2015).

A geração de imagens de 15 m coloridas por meio da técnica fusão digital foi uma das vantagens que o sensor OLI possibilitou com sua resolução espacial de 15 m na banda pancromática e de 30 m na multiespectral. Promovendo assim, novas pesquisas e aplicabilidade de seus produtos para detectar alvos através de uma faixa quantificada em

16 bits inovada e incorporada à resolução radiométrica (SOARES et al., 2015).

A nova plataforma do Landsat 8 apresentou mudanças positivas as quais induziram às novas maneiras de estudos de imagens de média resolução espacial, além de dar continuidade nas aquisições gratuitas para os usuários (SOARES et al., 2015).

Diferentemente do Landsat 5, a versão 8 possui exatidão do posicionamento com bases em grande escala e em diferentes condições de relevo e, ainda, alta conectividade entre as cenas. Além de destacar que a etapa de correção geométrica já vem concluída, possibilitando assim o manuseio simples e ágil desses dados. Na maioria das vezes esta etapa era um empecilho para grande parte dos usuários que não possuem conhecimento e acesso aos dados para realizar esse processamento (KALAF et al., 2013).

### **3.5 O conceito de Paisagem**

O conceito de paisagem é dinâmico e muda ao longo do tempo pelos vários autores. Vitte (2007), por exemplo, exibiu de forma etimológica que o termo paisagem apareceu no século XVI, expressando o sentido de região, território e nação. Os termos de paisagem, região natural e região paisagem; paisagem cultural, gênero de vida e distinção de áreas foram debatidos no âmbito da Geografia Tradicional de 1870 a 1950 para diferenciá-los. Já para Cavalcanti (2004), Corrêa (2008) e Britto et al., (2011) a interação entre sociedade e natureza gera uma relação de arranjos no espaço que é demonstrada por meio de características da região natural na qual está localizada, que se constituem em um sistema físico, dinâmico e complexo, formado por elementos que interagem-se e estão sob transformação antrópica.

Aziz Nacib Ab'Saber (1924-2012), notável geógrafo brasileiro, entendia a paisagem com o resultado de uma junção entre os processos passados (responsáveis pela compartimentação regional da superfície) e os atuais (responsáveis pela dinâmica atual das paisagens) (BRITTO et al., 2011). Seguindo este mesmo pensamento, a paisagem é vista como resultado de um processo cumulativo, contínuo no espaço e no tempo; seus aspectos, suas formas e funções demonstram uma estrutura espacial que resulta em uma relação entre a paisagem e a sociedade (SERPA, 2010). Desta forma, pode-se observar esse contexto apontado por Milton Santos:

“A paisagem nada tem de fixo, de imóvel. Cada vez que a sociedade passa por um processo de mudança, a economia, as relações sociais e políticas também mudam, em ritmos e intensidades variados. A mesma coisa acontece em relação ao espaço e à paisagem que se transforma para se adaptar às novas necessidades da sociedade.”

(SANTOS, 1997, p. 37)

Alexander Von Humboldt viveu entre 1769 a 1859, era geógrafo, cartógrafo, naturalista e explorador. De acordo com Vitte (2010), Humboldt buscou a criação da ciência embasada na interação entre a descrição e a representação das estruturas naturais. As interações da natureza com a sociedade foram iniciadas no âmbito geográfico, que teve como resultado um olhar voltado para a natureza e outro no homem e na sociedade. Da mesma forma, Georges Bertrand, que nos anos de 1970 foi um dos mais influentes especialistas na renovação da geografia física francesa, afirmou que a paisagem era o resultado da dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais reagem uns sobre os outros em constante evolução (BRITTO et al., 2011).

São diversas as definições de paisagem atualmente. A palavra paisagem é usada constantemente em várias ciências e em nosso próprio cotidiano. É comum contemplar a paisagem de um mirante ou da janela de um automóvel. Normalmente, estas visões são pautadas no belo, no agradável e na concepção individual de cada um, mas que contribuem fortemente para a origem do conceito de paisagem. As questões ambientais, o homem e suas intervenções, sejam de modo direto ou indireto no espaço, devem ser envolvidos no conceito de paisagem, já que recentemente esta definição resume o objeto geográfico (BRITTO et al., 2011).

Diversos autores ainda não conceituam paisagem além da visão, da beleza, do harmônico ou do cultural, não fazem uma abordagem unindo as áreas de campo e cidade em um universo globalizado. Porém, hoje em dia já é perceptível uma maior quantidade de trabalhos que apresentam os desafios da paisagem considerando as ações antrópicas relacionadas a ela. Coelho et al. (2013) observaram que as ações antrópicas promovem mudanças no uso e na ocupação do solo, além de causar grandes impactos nas paisagens, mas a mitigação deles é possível através de um monitoramento ao utilizar dados espaço-temporais dessas alterações que ocorrem na paisagem. Novo (1992) indica uma metodologia utilizando informações orbitais para este monitoramento, já que os efeitos do uso e ocupação do solo de extensas áreas podem ser melhores observados por meio da utilização de dados dos sistemas sensores orbitais, os quais possibilitam um conjunto de informações de modo rápido e significativo. Além disso, esses sensores possuem uma visão panorâmica e imageiam com frequência uma mesma área, então ao realizar-se uma supervisão dela, esta será eficaz.



## 4. METODOLOGIA

### ÁREA DE ESTUDO

As áreas deste estudo são as mineradoras de grande porte e seu entorno, localizadas em municípios do norte de Goiás, a saber: Sama, em Minaçu, Anglo American e Votorantim Metais, em Niquelândia, Serra Grande, em Crixás e Maracá, em Alto Horizonte (Figura 3).

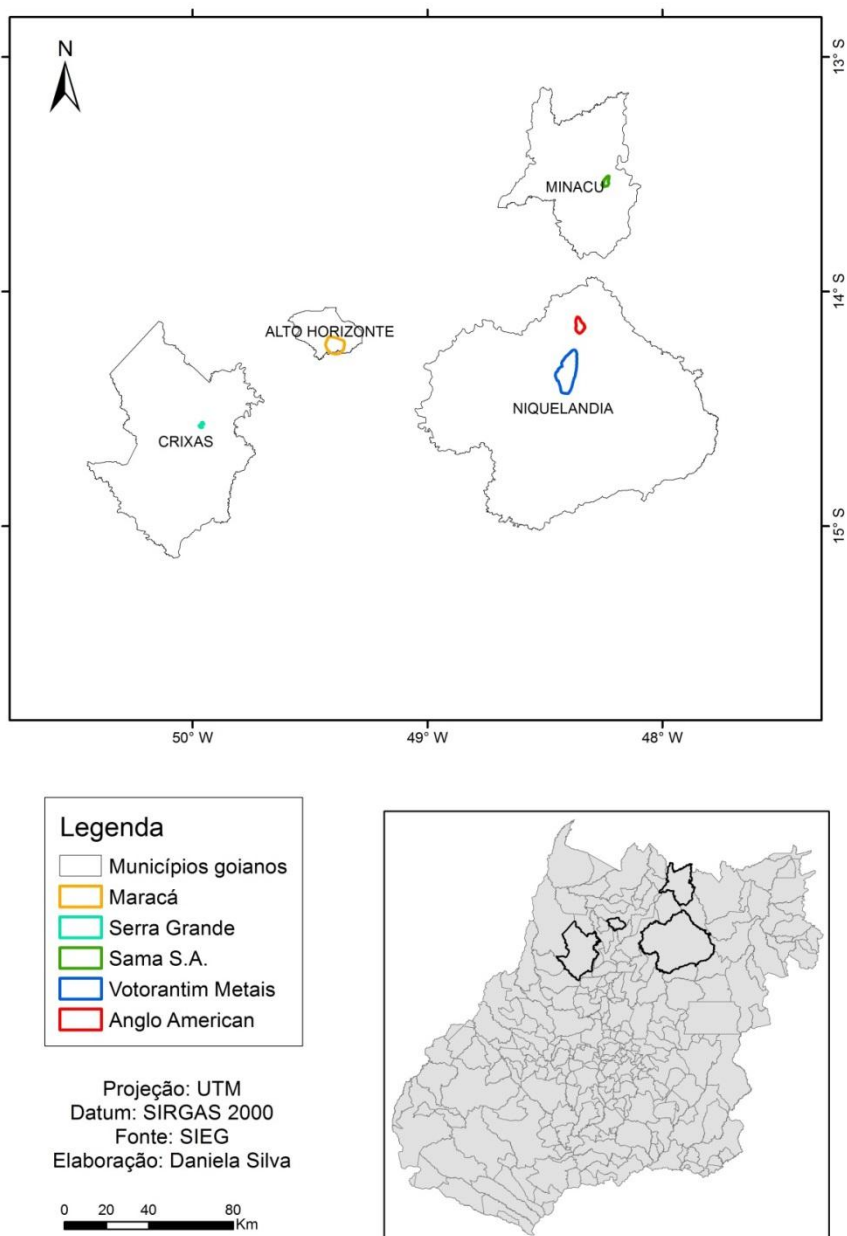


Figura 3. Mapa de localização dos empreendimentos minerais em Goiás estudados nesta pesquisa.

#### **4.1 Expedições de campo**

As visitas às mineradoras são importantes para contrastar as imagens de sensoriamento remoto com as observações feitas em campo, além de obter informações não divulgadas na literatura. A única empresa que foi visitada antes de analisar as imagens de satélite foi a Sama, devido a não finalização do processamento digital delas.

A primeira visita foi realizada na empresa Sama no mês de junho de 2015. No mês de dezembro de 2015 ocorreu a segunda visita, na Anglo American. A terceira visita foi realizada em abril de 2016, na empresa Serra Grande.

As inspeções ao campo deveriam ter sido realizadas em todas as mineradoras de grande porte do norte de Goiás, pois o objetivo foi verificar a situação atual da paisagem nas regiões nas quais se encontram. Porém, não foi possível visitar os empreendimentos da Maracá e Votorantim Metais porque não autorizaram a pesquisa em suas respectivas áreas.

#### **4.2 Processamento das imagens Landsat 5 e 8**

As etapas de mapeamento da mudança no uso e cobertura da terra está demonstrado na Figura 4.

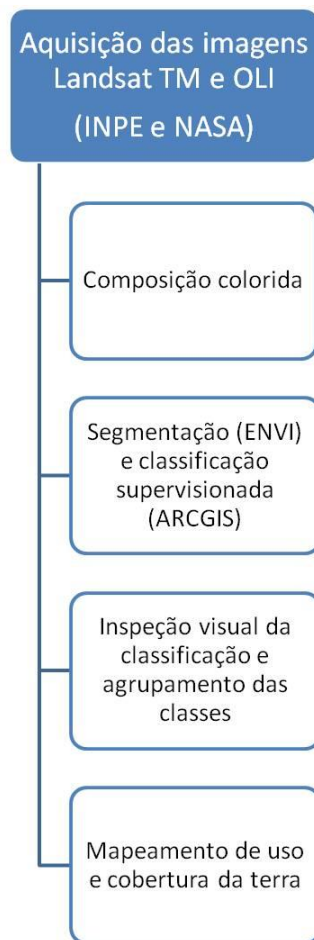


Figura 4. Fluxograma das etapas metodológicas do mapeamento de uso e cobertura da terra realizada em ambiente de laboratório de informática.

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat devido à boa resolução espacial, à disponibilidade de cenas para longo período e à gratuidade de sua aquisição. O recorte temporal deste trabalho foi de 1985 a 2015, com intervalos de uma década, tendo sido necessário utilizar imagens de dois sensores da série Landsat: TM (*Thematic Mapper*) e OLI (*Operational Land Imager*). As cenas (quadro 1) de cada ano foram escolhidas entre os meses de junho a outubro por ser, de acordo com SANO et al. (2007) um período de menor ocorrência de nuvens no Cerrado.

Foi necessário formar mosaicos com duas cenas dos sensores para cobrir a área das minas localizadas em Niquelândia, pois a região pesquisada encontra-se próxima ao limite da cena, sendo preciso utilizar cenas dispostas lateralmente. Uma vez que as imagens já são disponibilizadas ortorretificadas pelo portal de onde foram realizados os *downloads* (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), não foi necessário realizar a correção geométrica das imagens.

Foi adotado um *buffer* de 10 km, entendendo esta distância como área de

influência das minas, de acordo com Santos (2004).

Quadro 1. Cenas Landsat utilizadas no estudo.

Período	Sensor	Cenas por sensor	Cenas
1985-2005	TM	9	221-70; 221-72; 221-73; 222-69; 222-70 e 223-70
2015	OLI	3	

Por meio das imagens disponíveis no *Google Earth* foi realizada a delimitação das áreas das mineradoras. As delimitações, em estrutura vetorial geradas, foram transformadas em arquivos no formato *shapefile* (polígonos).

O processo de classificação das imagens utilizado foi o semiautomático, com a interpretação visual polígono a polígono (Figura 5), após a segmentação no *software* ENVI 5.0 (SANO et al., 2007).

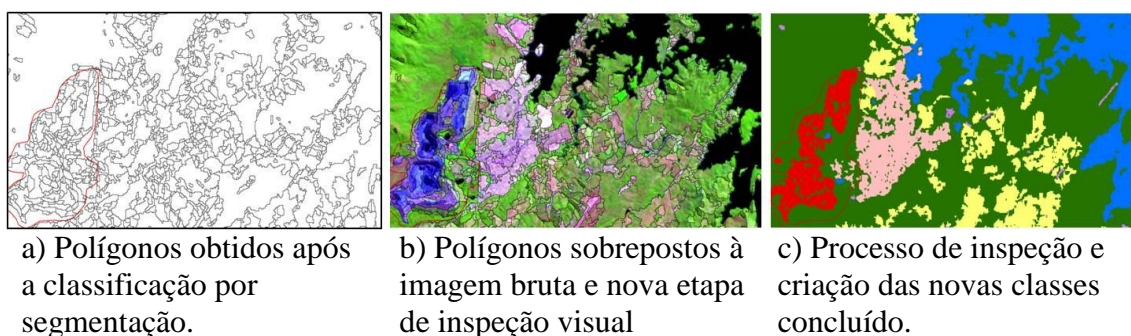


Figura 5. Processo de inspeção visual realizada após processo de classificação por segmentação exemplificada pela mina da mineradora Sama.

Para auxiliar na interpretação dos alvos, foram utilizadas imagens de alta resolução disponibilizadas *online* pelo *Google Earth*. A consulta buscou reduzir as dificuldades de interpretação na distinção dos alvos nestas áreas. Dentre os principais obstáculos, destacam-se a confusão entre pastagem e cerrado ralo, e entre cerrado ralo e agricultura.

Outra interferência no comportamento espectral dos alvos e na interpretação das imagens são as multiplicidades de usos em uma mesma região. É comum encontrar áreas de agricultura próximas às ocupadas por pastagens. Isso se deve ao fato da expansão do sistema de rotação entre pastagem e lavoura. Mesmo que esses alvos tenham sido bem separados no processo de segmentação, na etapa de classificação

houve confusão entre esses alvos.

As classes texturais criadas para a classificação das imagens foram: Agricultura, Área urbana, Área da mina, Corpo d'água, Outros, Pastagem e Vegetação. A classe "Outros" foi criada a partir da soma de itens como aeroporto, garimpo, sombra de relevo, queimadas, estradas, ilhas e afloramentos rochosos, tendo assim, menor influência nas áreas dos empreendimentos. As tabelas de atributos foram originadas a partir da classificação das imagens, demonstrando de forma mais precisa os valores das áreas das mineradoras e seu entorno em km<sup>2</sup>.

Os dados econômicos foram obtidos pelas instituições que fazem este levantamento, i.e., IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IMB (Instituto Mauro Borges) e Atlas Brasil, os quais deram base para relacionar as informações geradas pelo mapeamento com os aspectos econômicos dos municípios. O IMB (2015) elaborou dados que contém informações sobre o valor adicionado por cada um dos setores (agropecuária, indústria e serviços), o valor do PIB e da população do município. Porém, estes dados são restritos aos anos de 1999 a 2013, então foram utilizados os anos de 1999, 2005 e 2013 para realizar as análises econômicas das cidades.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram divididos por cada empreendimento mineral em seu respectivo município. Além dessa divisão, houve também uma separação entre os aspectos geográficos nos empreendimentos e econômicos nos municípios em que eles estão situados.

Nos aspectos geográficos são analisadas as áreas da empresa e adjacências, abordando, assim, suas classes de uso do solo. Nos aspectos econômicos é analisada a influência do setor industrial na economia do município. Esta influência foi obtida ao comparar-se o aumento da renda *per capita* da cidade com o salário mínimo. Em que o salário mínimo em 2000 e 2010 era, respectivamente, R\$ 151,00 e R\$ 510,00.

### 5.1 Sama

#### Mapeamento

Por meio das imagens foi possível investigar a influência da mineradora Sama na área de estudo. Observa-se que houve uma redução na vegetação e aumento da área urbana, evidenciando o crescimento da cidade e da população devido à presença da empresa. A área utilizada para extração do minério nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015 foram, respectivamente, 2,56; 4,91; 4,91 e 5,24 km<sup>2</sup>.

Visualmente (Figura 6), dentro da região delimitada pela mineradora, observa-se um pequeno aumento da vegetação no lugar de aglomeração urbana (Vila da Sama), de 2005 para 2015. A presença da vegetação em algumas bancadas no interior das cavas foi verificada na visita técnica, inferindo-se que a empresa realiza a revegetação concomitante à retirada do minério.

Nota-se também o aumento da pastagem nas áreas circunvizinhas à Sama, sobretudo a sudoeste, não sendo observada esta classe a noroeste. Esta configuração é explicada pela presença da reserva florestal da empresa, podendo ser visualizada no mapa de maneira mais clara no ano de 2015.

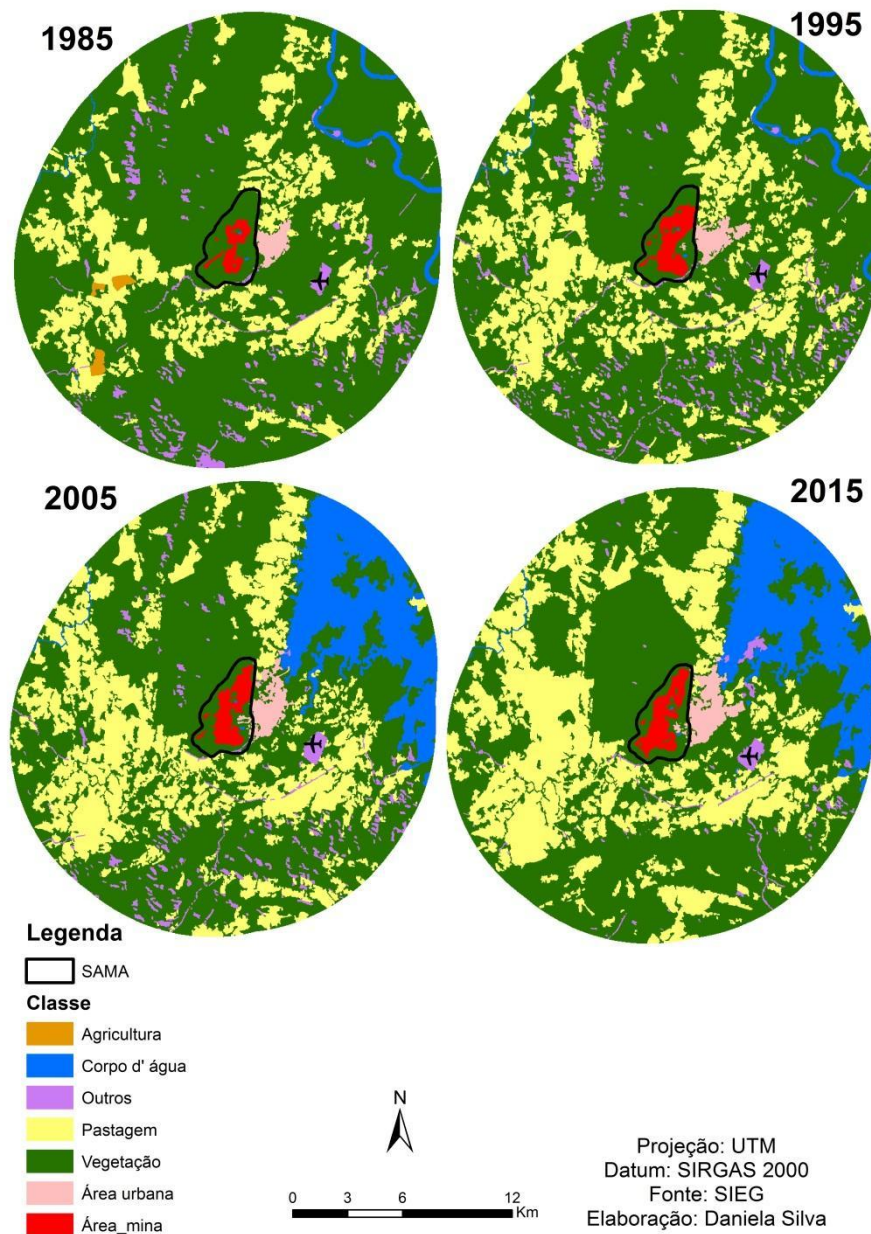


Figura 6. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Sama.

A exploração teve um leve aumento a partir de 2005 de 0,33 km<sup>2</sup>, pois os valores de comercialização do amianto crisotila não estavam muito favoráveis por volta de 2013 a 2015 (Tabela 1).

Além disso, o baixo crescimento da exploração dos dez últimos anos pode estar relacionado com a extração em profundidade nas cavas, pois as imagens de satélite utilizadas são realizadas somente na superfície terrestre. Desta forma, não é possível mensurar a área onde o material foi retirado no subsolo.

Tabela 1 - Classes texturais e suas respectivas áreas e adjacentes (km<sup>2</sup>). Sama - 1985 a 2015.

Sama	Área das classes texturais e adjacentes (km <sup>2</sup> )				
	Classes texturais	1985	1995	2005	2015
Agricultura		1,95	0	0	0
Área urbana		2,77	3,75	5,24	6,41
Área mina		2,56	4,91	4,91	5,24
Corpo d' água		6,13	5,87	54,32	53,98
Outros		15,83	18,34	13,61	6,44
Pastagem		82,16	108,75	123,65	138,34
Vegetação		346,59	316,39	256,27	247,58

A área urbana cresceu mais de 130% entre 1985 e 2015. Este aumento foi, provavelmente, ocasionado pela migração da população para as proximidades da mineradora, a fim de ter melhores condições financeiras e qualificação profissional. Para a geração de energia elétrica, a Usina Hidrelétrica de Cana Brava foi criada em 2002. É possível notar parte de sua lâmina d' água a partir da classificação de 2005. O reservatório ocupa cerca de 50 km<sup>2</sup> de extensão, área esta anteriormente de vegetação nativa (cerrado). O local transformou-se em atração turística e é fonte de renda para alguns, com a criação de peixes. Teve também especulação imobiliária, que acabou resultando na construção de ranchos, hotéis e casas em algumas regiões, em volta do lago.

### Aspectos econômicos

A economia no município de Minaçu é baseada principalmente nos setores de indústria e serviços, respectivamente, sendo que a agricultura e pecuária estão evoluindo, porém em ritmo menor quando comparado aos demais setores (Tabela 2).

Tabela 2 - Valor Adicionado por setor, Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes e população, segundo município - Minaçu - 1999 a 2013 (R\$ mil).

Minaçu	Agropecuária	Indústria	Serviços	PIB	População
1999	3.839	200.809	74.768	302.613	37.884
2005	13.505	370.826	102.540	518.746	34.435
2013	22.327	608.252	308.114	990.123	31.384

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 1999 a 2013. Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Contas Regionais e Indicadores - 2015.



A atividade extrativa de amianto crisotila é destacada como a mais importante para o aumento do PIB na região, pois ela é a principal fonte de renda para a população (IBGE, 2015). Desta forma, observou-se, na tabela, que o aumento do setor de indústria está relacionado com a produção mineral presente no município. E ainda a relação que ele possui com o setor de serviços, pois alguns dos componentes deste setor, como a educação, o comércio e alimentação, aumentaram devido à introdução de mão de obra profissional para a mineradora. Em contrapartida, apesar do crescimento do PIB da cidade, houve a redução da população.

A renda *per capita* média de Minaçu cresceu 109,59% nas últimas duas décadas analisadas, desde 1991 a 2010, passando de R\$281,87 para R\$375,51, respectivamente. Além disso, registrou-se a taxa de crescimento anual médio na renda de 4,61% entre 2000 e 2010. Desta forma, foi observado que em 2000, cada habitante tinha uma renda de 2,48 salários mínimos e em 2010 esse valor reduziu para 1,15. Este fato demonstra que o grande aumento na produção industrial não é refletido em melhores salários para a população como um todo, sendo que, por mais que a renda tenha aumentado, ela não acompanhou a evolução do salário mínimo.

## **5.2 Anglo American**

### **Mapeamento**

Verificou-se que a área de exploração feita pela mineradora Anglo American apresentou grandes oscilações de valores dentre 1985 a 2015, refletida pela alternância da extração ora nas minas altas (serras), ora nas minas baixas (áreas baixas). Esta situação ocorre em virtude da disponibilidade do minério e da viabilidade econômica para explorá-la. Assim, em 2013, a extração foi retomada das minas altas, pois as baixas estavam com pouco material para a produção, de acordo com o profissional da empresa que acompanhou a visita em campo.

Entre os anos de 2005 e 2015 houve uma redução de aproximadamente 53% na área explorada, devido à paralisação da exploração. Porém, a empresa continua mantendo as atividades relacionadas ao beneficiamento. Ao analisar a Figura 7, nota-se

que houve a migração já mencionada da área explotada dentro da região que compete à Anglo, e assim a significativa redução da extração (recorte no ano de 2015).

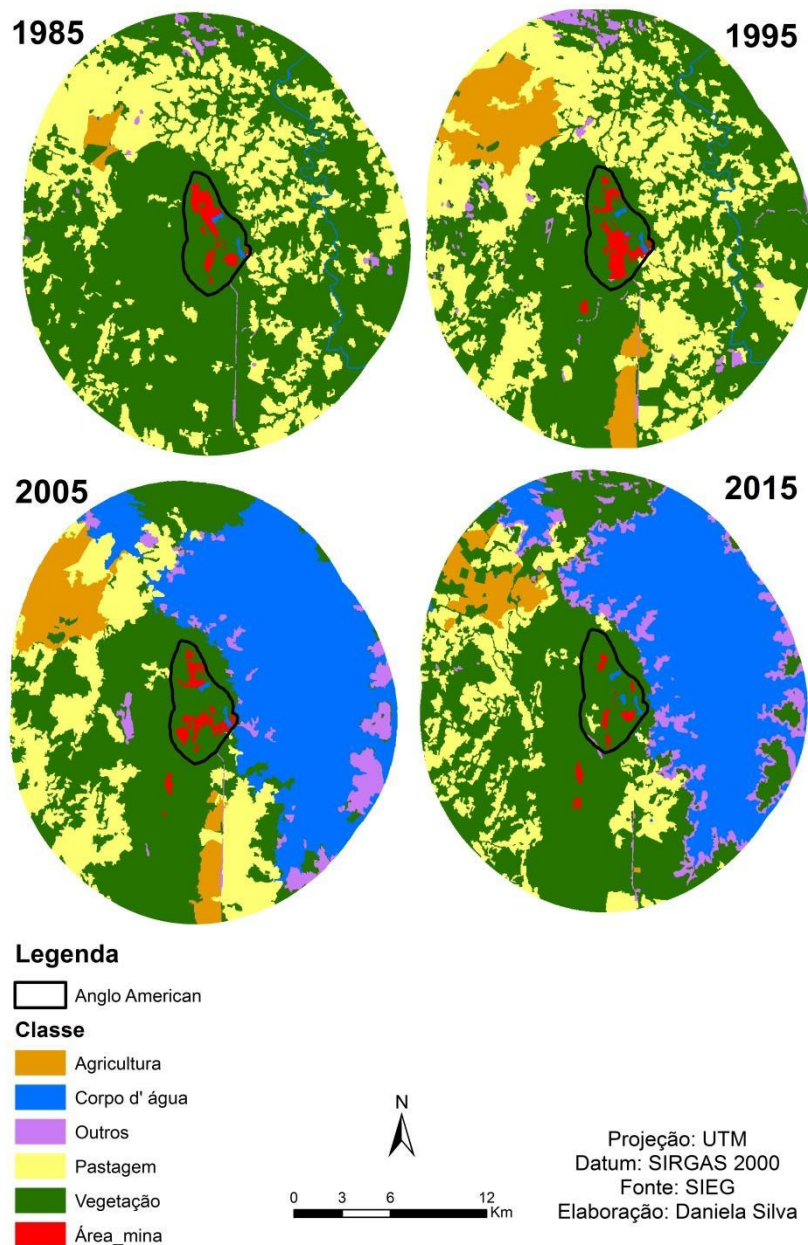


Figura 7. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Anglo American em Niquelândia.

Nota-se, ainda nas imagens de 1995 a 2015 da mineradora Anglo American, a atividade mineral externa ao limite do empreendimento. Estas podem ser áreas de garimpo, pesquisas da própria empresa, arrendamento de áreas vizinhas ou o limite da

região da Anglo pode ter aumentado. Por meio das imagens não foi possível identificar claramente o que realmente são.

Assim como na Sama, outra importante mudança, que não possui relação com a mineradora, é a implantação da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa em 1997. Além de gerar energia elétrica, principal objetivo, o lago também é utilizado para fins turísticos, como a pesca esportiva. Observa-se em 2005 o surgimento do lago ocupando grande parte de áreas que antes eram pastagem e vegetação nativa. A aparição de ilhas e bancos de areia ao redor do lago (contidos na classe “Outros”) é produto da redução do volume de água do reservatório, uma vez que, este período coincide com um dos piores períodos de seca registrado no intervalo analisado.

Por outro lado, a pastagem ocupava grandes áreas até o ano de 1995. Após este ano reduziu drasticamente, representando a depreciação da atividade de pecuária. Enquanto as áreas agrícolas tiveram um forte aumento entre 1985 e 1995, e se manteve na mesma proporção desde então (Tabela 3).

Tabela 3 - Classes texturais e suas respectivas áreas e adjacentes (km<sup>2</sup>). Anglo American - 1985 a 2015.

Classes texturais	Área das classes texturais e adjacentes (km <sup>2</sup> )			
	1985	1995	2005	2015
Agricultura	4,49	42,70	33,96	16,21
Área urbana	0	0	0	0
Área_mina	4,30	5,80	4,86	2,26
Corpo d' água	3,16	3,30	183,85	164,60
Outros	4,08	9,46	22,59	34,66
Pastagem	151,21	179,12	92,75	67,45
Vegetação	353,80	280,94	183,08	234,56

Devido às atividades econômicas do município, a área ocupada pela vegetação reduziu em quase 50% entre 1985 e 2005. Entretanto, entre os últimos 10 anos houve um incremento na vegetação, que pode estar associado com o abandono ou transformação de áreas de pastagem em vegetação (regeneração), explicando a redução das pastagens neste mesmo período.

Em relação ao aumento da vegetação de 2005 para 2015, foi realizada a reabilitação e revegetação das áreas mineradas. Nas minas baixas, as cavas foram novamente preenchidas com material estéril (laterita) e semeadas com espécies nativas da região, as quais nasceram juntamente com a brotação de restos de materiais

orgânicos misturados à laterita, pela ocasião de sua remoção. Nas serras (minas altas), além do uso do mesmo método com a laterita, foi feito o posterior semeio de gramíneas nativas da região. Tanto nas minas altas quanto nas baixas foram utilizados os processos de aplicação de hidrossemeadura e outras técnicas pertinentes (ANGLO, 2009). Desta maneira, o cumprimento desta ação, prevista no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas PRAD, está relacionado com o crescimento da vegetação demonstrada nas imagens e na tabela.

### **Aspectos econômicos**

As informações referentes aos setores da economia (Agropecuária, Indústria e Serviços) relacionados com o PIB e o salário mínimo são descritos no item da Votorantim Metais, pois ambas as empresas estão inseridas no mesmo município: Niquelândia.

### **5.3 Votorantim Metais**

#### **Mapeamento**

Diferentemente das outras empresas, a Votorantim Metais cresceu em todos os anos analisados, contudo observa-se uma expansão expressiva referente à área de extração (mais de 300%) na última década (Figura 8). Este aumento pode ser devido à descoberta de outra área contendo grande quantidade de minério, ou talvez pela mudança de técnica de extração e o custo do minério. Não foi possível confirmar essas proposições pela visita técnica, pois com a grande depreciação do valor do níquel, a empresa suspendeu todas as suas atividades por período indeterminado. Conforme um profissional da área ambiental da empresa via telefone, essa suspensão acarretou em várias demissões e foi elaborado um plano de ações socioeconômicas para atenuação de seus efeitos na economia da cidade de Niquelândia.

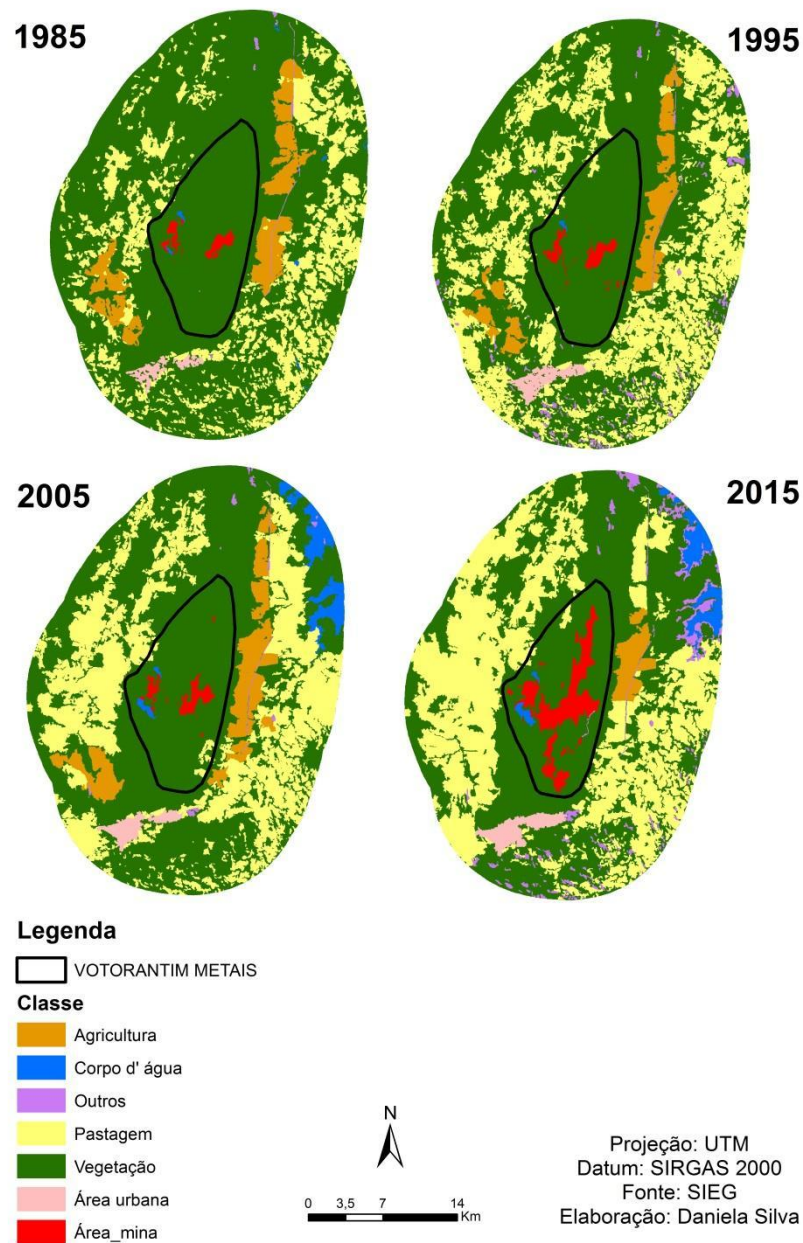


Figura 8. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Votorantim Metais em Niquelândia.

A região dedicada à agricultura também teve oscilações em seus valores de área entre os anos de 1985 e 2005, sendo que, na última década sofreu uma forte redução, de aproximadamente  $\frac{1}{3}$  (Tabela 4). Da mesma maneira, a área de vegetação vem sofrendo um decréscimo em todos os anos de análise, em especial, nos últimos dez anos. Estes fatores relacionam-se com o aumento da atividade de pecuária.

Tabela 4 - Classes texturais e suas respectivas áreas e adjacentes (km<sup>2</sup>). Votorantim Metais - 1985 a 2015.

Votorantim Metais	Área das classes texturais e adjacentes (km <sup>2</sup> )			
	1985	1995	2005	2015
Classes texturais				
Agricultura	55,12	41,70	56,16	17,54
Área urbana	6,56	9,97	9,60	13,09
Área_mina	5,34	6,86	7,19	28,92
Corpo d' água	1,61	0,44	22,61	22,20
Outros	2,43	14,14	3,48	26,50
Pastagem	187,44	294,78	294,15	347,85
Vegetação	670,10	560,41	535,24	475,33

A área urbana da cidade de Niquelândia mais que dobrou nos 30 anos de estudo, refletindo a situação atual de ambas mineradoras nestes anos. A área de pastagem entre esses 30 anos aumentou cerca de 80%, enquanto que a de vegetação reduziu quase 200 km<sup>2</sup>, em função da implantação do Lago Serra da Mesa, o aumento expressivo da pastagem e da área explorada.

### Aspectos econômicos

A cidade de Niquelândia está relativamente próxima às duas grandes mineradoras, Anglo American e Votorantim Metais, com ambas produzindo efeitos favoráveis na economia local. No período analisado (1999-2013), todas as vertentes da economia (Agropecuária, Indústria e Serviços) da cidade se desenvolveram com elevada taxa de crescimento (Tabela 5), sendo que o êxito na economia produz migrações e, conseqüentemente, gera o aumento populacional. O PIB na cidade alcançou o maior valor dentre todos os municípios estudados, impulsionados pelas referidas empresas.

Tabela 5 - Valor Adicionado por setor, Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes e população, segundo município - Niquelândia - 1999 a 2013 (R\$ mil).

Niquelândia	Agropecuária	Indústria	Serviços	PIB	População
1999	17.568	63.949	67.989	176.601	34.099
2005	51.672	216.614	192.831	545.305	37.208
2013	163.597	412.519	450.957	1.090.870	44.540

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 1999 a 2013.  
Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Contas Regionais e Indicadores - 2015.

Nota-se que o PIB referente à agropecuária cresceu quase 10 vezes ao se comparar seu valor em 2013 e 1999. Um provável fator para esse aumento é a expansão das pastagens nessa região, como se pôde observar nas imagens do mapeamento da Votorantim Metais. A área de extração da mina da Votorantim exibiu uma taxa de crescimento em torno de 400% no período entre 1985 e 2015, o que pode estar ligado ao alto valor do PIB no setor industrial, juntamente com a exploração da Anglo. A expansão de duas mineradoras no município demanda um grande número de profissionais, tanto da região quanto de outras localidades, aumentando, assim, a população. Indicando também o crescimento do setor de serviços, em especial, o comércio.

A renda *per capita* média do município cresceu cerca de 170% nas últimas duas décadas, indo de R\$241,99, em 1991, para R\$397,10, em 2000, e alcançou R\$ 659,49 em 2010. Observa-se que, no período de 2000-2010, mesmo com a paralisação da extração na Anglo American, a renda *per capita* continuou a subir, pois a empresa continuou a realizar o beneficiamento do minério advindo do município de Barro Alto (outra planta da empresa), enquanto a Votorantim encontrava-se em amplo processo de expansão. Desta forma, há uma grande probabilidade de que houve um aumento na oferta de emprego e crescimento populacional, conforme exposto na Tabela 5. A proporção de pessoas pobres (com renda domiciliar *per capita* inferior a R\$140,00) foi de 48,77%, 34,18% e 11,25% relacionado aos anos de 1991, 2000 e 2010, respectivamente (IBGE, 2013). Esta queda está amplamente associada com o aumento da geração de empregos.

Ao fazer uma comparação da renda *per capita* de Niquelândia com o salário mínimo, foi observado que em 2000, cada habitante tinha uma renda de 2,62 salários mínimos e em 2010 esse valor reduziu para 1,29, demonstrando que no setor industrial, apesar da presença de ambas as minas atrair pessoas para o município e haver a redução da pobreza, entende-se que provavelmente o salário que as empresas pagam não acompanha o aumento do salário mínimo. Inferindo que a maioria da população possui uma renda, porém ela é mais baixa do que deveria ser.

## **5.4 Serra Grande**

### **Mapeamento**

As minas Mina Nova (600 mil t/ano), Corpo Pequizão, Mina Palmeiras (130 mil t/ano) e Mina Open Pit Corpo V (150 mil t/ano), iniciaram suas atividades em 1995, 2010, 2008 e 2015, respectivamente. Portanto, somente pelas análises via imagem de satélite não é possível mensurar a dimensão da área de extração especificamente (locais muito pequenos), uma vez que as regiões obtidas nas imagens correspondem somente às minas a céu aberto Open Pit da Mina III e V, além da barragem de rejeitos.

Nas regiões circunvizinhas à área da mineradora, já era notório a presença de pastagens, com o passar dos anos a transformação da vegetação natural em pastagem intensificou-se, demonstrando ser uma possível característica do município. O desmatamento para a construção de estradas, aeroporto e outros empreendimentos também está presente nessas áreas adjacentes, sendo que as demais classes não exibem alterações significativas (Figura 9).



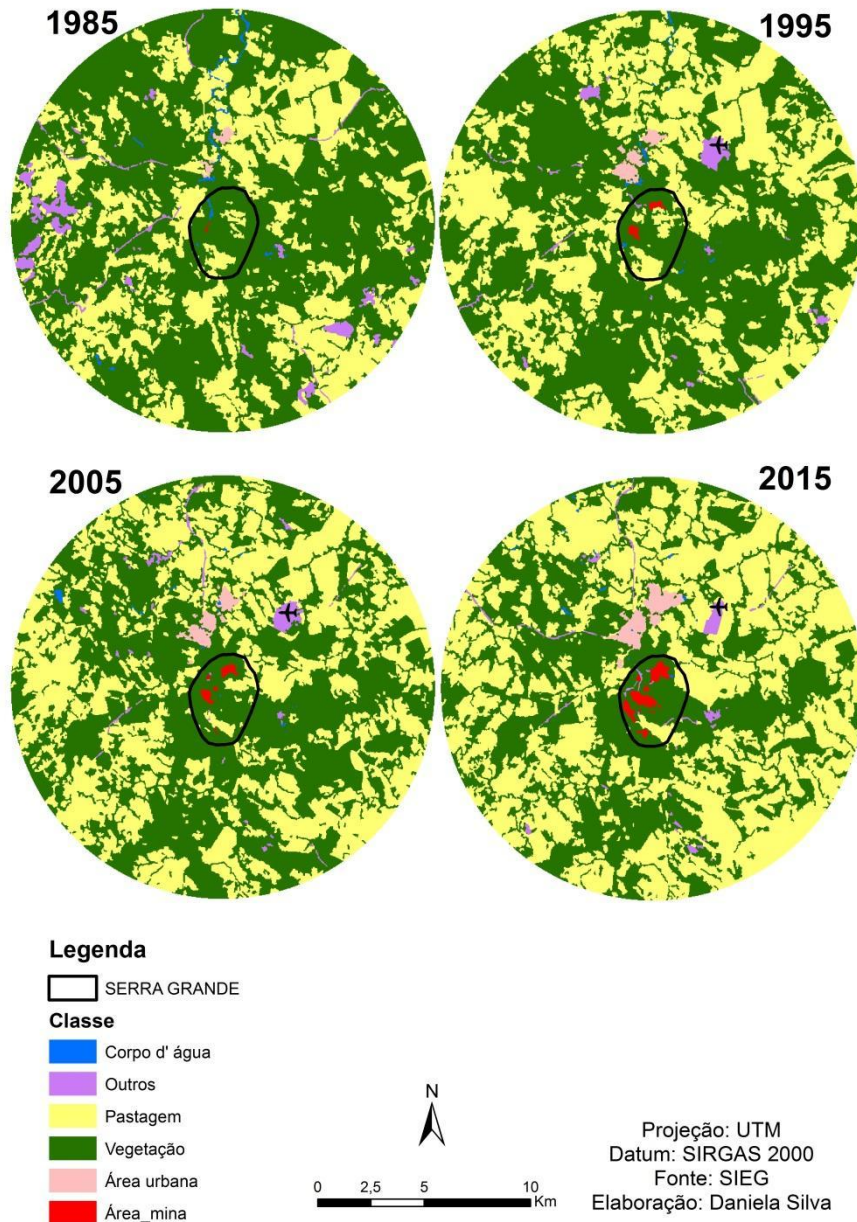


Figura 9. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Serra Grande em Crixás.

Em 1985, foram detectadas muitas queimadas na região circunvizinha, além de um garimpo próximo à cidade. Em 1995, as queimadas diminuíram, mas, por outro lado, observaram-se dois garimpos em funcionamento próximos à cidade e à sede administrativa da mineradora (em grande proporção), onde os garimpos permaneceram presentes até as imagens de 2005. Ainda em 2005, o rio que cortava a cidade tornou-se em pequenos lagos. A empresa norte-americana Cleveland, fundada em 2008, especialista na extração de ouro, adquiriu as áreas referentes aos garimpos anteriormente citados, de acordo com relatórios ambientais realizados pela empresa. Foi

construída ainda uma subestação da CELG e um clube como área de lazer e recreação bem próximos à área da Serra Grande.

Na imagem de 2015 nota-se uma expansão da área extraída. Esta é referente ao Open Pit Corpo V, uma nova mina a céu aberto. Confirmando a declaração do diretor de Operações da empresa à imprensa de que, em 2014-15, estava previsto um investimento para ampliação das instalações e realização de pesquisa mineral para o desenvolvimento de novas jazidas e, conseqüentemente, o aumento da produção. Ainda segundo ele, com tais investimentos será possível elevar a vida útil da mina de 2022 para 2030 (IBRAM, 2014). Com a previsão de expandir as atividades minerais, a Serra Grande está desenvolvendo a rampa do corpo Ingá, uma nova mina. A exposição do corpo está prevista para maio de 2016.

A mineradora Serra Grande fica próxima (~5 km) à cidade de Crixás. A região urbana cresceu em todos os anos. Em suma, ao comparar os anos de 1985 a 2015, chega-se ao crescimento de aproximadamente 400% (Tabela 6).

Tabela 6 - Classes texturais e suas respectivas áreas e adjacentes (km<sup>2</sup>). Serra Grande - 1985 a 2015.

Serra Grande	Área das classes texturais e adjacentes (km <sup>2</sup> )			
	1985	1995	2005	2015
Classes texturais				
Área urbana	0,72	1,93	2,34	3,70
Área_mina	0,04	0,41	0,62	1,66
Corpo d' água	1,20	0,50	0,39	0,36
Outros	7,72	3,46	3,14	3,22
Pastagem	106,05	126,14	138,54	166,30
Vegetação	195,99	179,27	166,68	136,49

Da mesma forma, a área referente à extração também aumentou ano após ano, com um total de 1,6 km<sup>2</sup>, representando uma área relativamente menor ao se comparar com as outras empresas. Este fato ocorre porque a mineradora é a única das empresas analisadas a possuir minas subterrâneas (Minas III/Corpo Pequizão, Mina Nova e Mina Palmeiras) com previsão de desativação (isso em 2014) entre os anos de 2020 e 2022.

### Aspectos econômicos

Na cidade de Crixás, observa-se o crescimento da economia (indústria, serviços e PIB) em ritmo acelerado, juntamente com a variação na população do município (Tabela 7).

Tabela 7 - Valor Adicionado por setor, Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes e população, segundo município - Crixás - 1999 a 2013 (R\$ mil).

Crixás	Agropecuária	Indústria	Serviços	PIB	População
1999	7.366	23.173	26.672	64.748	15.136
2005	21.715	57.463	50.518	145.663	11.818
2013	51.601	135.602	164.807	367.035	16.487

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 1999 a 2013. Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Contas Regionais e Indicadores - 2015.

A área industrial está relacionada com a atividade mineral e ao aumento da produção do minério, portanto, os reflexos do aumento da extração são observados no acréscimo no valor do PIB. A área urbana cresceu demasiadamente entre 1985-2015 de acordo com os dados das imagens e da tabela de Serra Grande, influenciando o crescimento da economia na região. Contudo, entre 1999-2013 não há alteração significativa na população.

A renda *per capita* média em Crixás cresceu cerca de 80% nos últimos 20 anos. Saiu de R\$357,38, em 1991, para R\$328,92, em 2000, e R\$645,40, em 2010. Estes valores são equivalentes a uma taxa de crescimento anual de 6,97%, entre 2000 e 2010. A proporção de pessoas pobres, isto é, com renda familiar *per capita* inferior a R\$140, passou de 35,08%, em 2000, para 13,81%, em 2010. Desta forma, pode-se inferir que a presença da atividade mineral contribuiu para este desenvolvimento econômico em Crixás, uma vez que, houve aumento da população do município e, concomitantemente, melhores condições salariais, mas somente a partir do ano de 2000 (ATLAS BRASIL, 2013).

Por outro lado, ao realizar a comparação da renda *per capita* de Crixás com o salário mínimo entre 2000 e 2010, cada habitante recebia uma renda de 2,17 e 1,26 salários mínimos respectivamente. Assim, percebe-se que o salário dos habitantes não cresceu de acordo com o salário mínimo. Por mais que a extração do ouro na cidade eleve o crescimento econômico, os ganhos dos trabalhadores foram reduzidos.

## 5.5 Maracá

### Mapeamento

As imagens obtidas são coerentes com os dados produzidos pela empresa sobre a área explorada, pois entre os anos de 1985 a 2005 pouco foi explorado na superfície, entretanto, na última década, houve um aumento expressivo (de ~500%) da área explorada (Figura 10).

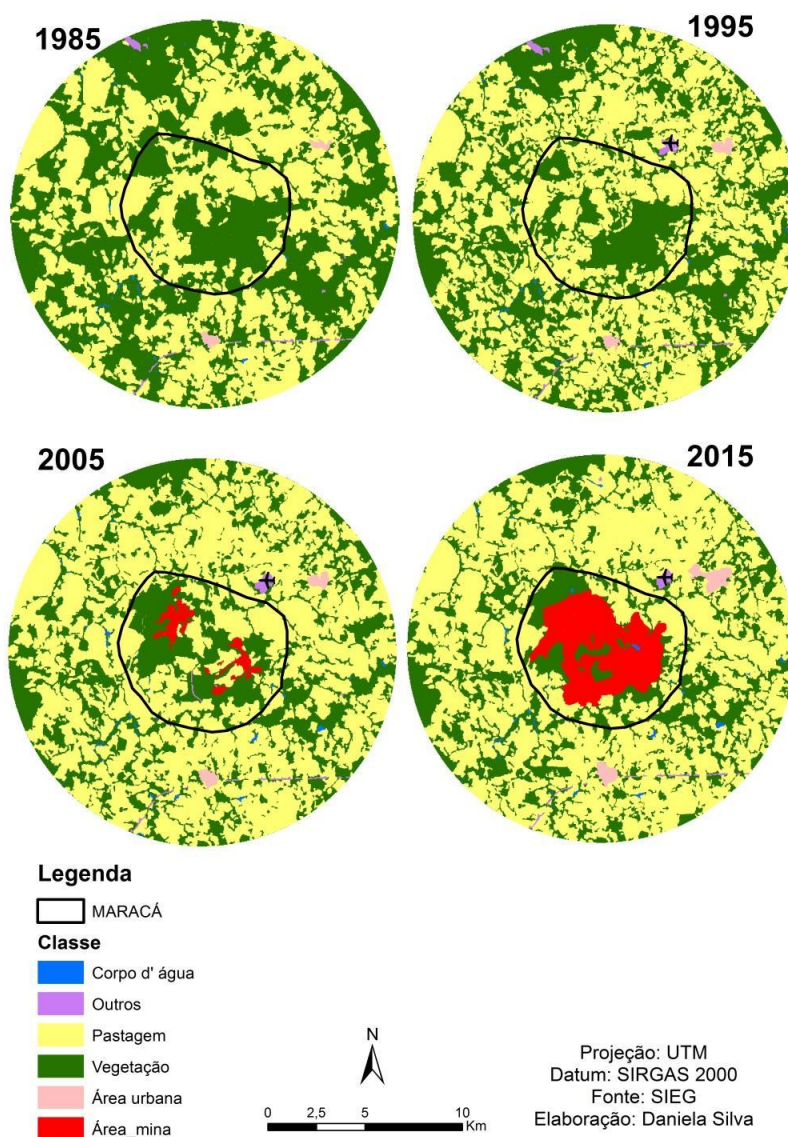


Figura 10. Mapeamentos espaço-temporal realizados nas imagens da área da Maracá em Alto Horizonte.

Pelo crescimento significativo da área de extração na última década, infere-se que o porte da empresa anterior era inferior à atual. O desenvolvimento dos trabalhos ocorreu em um ritmo bem acelerado a partir de 2003, ano em que a MMIC adquiriu o empreendimento. Conforme análises no mapeamento da empresa (Figura 10) e informações disponíveis nos relatórios ambientais da mesma, outro indicativo desta afirmação é a ausência de produção entre os anos de 1985 e 1995. Com a ocupação da mina, as áreas destinadas à vegetação diminuem ano após ano, até o ano de 1995. É possível notar a transformação da vegetação em pastagem, pois a agropecuária é uma atividade econômica característica da região (Tabela 8). Entretanto, a partir de 2005, a pastagem e a vegetação são reduzidas com o aumento da área destinadas à exploração das *commodities* minerais.

Tabela 8 - Classes texturais e suas respectivas áreas e adjacentes (km<sup>2</sup>). Maracá - 1985 a 2015.

Maracá	Área das classes texturais e adjacentes (km <sup>2</sup> )			
	1985	1995	2005	2015
Classes texturais				
Área urbana	0,92	1,16	1,38	2,51
Área_mina	0	0	3,86	23,06
Corpo d' água	0,53	0,52	0,93	0,95
Outros	0,97	0,93	1,28	1,08
Pastagem	158,08	181,15	204,14	197,80
Vegetação	151,30	128,09	100,26	86,47

Nas imagens é possível verificar a presença de outro aglomerado urbano logo abaixo da região da mineradora. Trata-se do município de Nova Iguaçu de Goiás, que também é influenciado e beneficiado economicamente pela MMIC.

### Aspectos econômicos

Em 1991, Alto Horizonte não era mais que um povoado com poucos habitantes; já em 2000, mais de 64% da população residia no município. Esse processo continuou entre os anos de 2000-2010, resultando, em 2010, em mais de 85% da população instalada na área urbana de Alto Horizonte (ATLAS BRASIL, 2013).

O município destaca-se em âmbito estadual pelo PIB *per capita*, como exposto na Tabela 9. Coerentemente, a proporção de pessoas pobres, em 2010, foi inferior a 7%, enquanto a de extremamente pobres foi de cerca de 1,38%. Portanto, percebe-se a

influência da atividade mineral no crescimento da economia no município (ATLAS BRASIL, 2013).

Tabela 9 - Valor Adicionado por setor, Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes e população, segundo município - Alto Horizonte - 1999 a 2013 (R\$ mil).

Alto Horizonte	Agropecuária	Indústria	Serviços	PIB	População
1999	2.131	539	3.279	6.184	2.891
2005	5.947	1.284	7.875	16.565	2.825
2013	11.941	388.064	141.653	564.304	5.140

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 1999 a 2013. Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Contas Regionais e Indicadores - 2015.

A renda *per capita* média em Alto Horizonte cresceu cerca de 200% nos últimos 20 anos, de R\$213,55, em 1991, para R\$305,61, em 2000, e R\$661,19, em 2010. Estes valores são equivalentes a uma taxa de crescimento anual de 6,97%, entre 2000 e 2010.

Seguindo a tendência de crescimento das outras cidades que possuem mineradoras de grande porte, Alto Horizonte desenvolveu-se em todos os ramos da economia. Entre 2005 e 2013 destaca-se o aumento do PIB que reflete o início das operações de extração de minério realizado por volta do ano de 2005. A instalação da MMIC e a expansão da produção mineral atraíram muitas pessoas, que estavam à procura de emprego, para a cidade, dobrando a população em menos de cinco anos. Contudo, a população de Alto Horizonte ainda é pequena, sendo a menor população (pouco mais de 5 mil) entre as cidades analisadas. O PIB, entretanto, representa um valor expressivo, representando o segundo maior valor *per capita* do estado de Goiás.

Ao fazer uma comparação da renda *per capita* de Alto Horizonte com o salário mínimo, notou-se que em 2000, cada habitante tinha uma renda de 2,02 salários mínimos e em 2010 esse valor diminuiu para 1,29, confirmando que, apesar do município possuir o segundo maior PIB do estado de Goiás e uma alta produção mineral, não é investido em melhores salários para a população em geral, ou seja, a renda dos trabalhadores não acompanha o aumento do salário mínimo.

## 5.6 Análise econômica dos municípios estudados

A mineração na região norte de Goiás, devido a grandes empresas do segmento estarem instaladas, resultam em diferentes consequências na economia de cada

município (Tabela 10). Alto Horizonte é uma das cidades mais recentes do estado, com uma pequena população, entretanto, a atividade mineral continua em ritmo acelerado. Conseqüentemente, o PIB mantém uma elevada taxa de crescimento até obter, em 2013, um valor de cerca de R\$ 500.000,00. Por outro lado, a população de Niquelândia é equivalente a quase nove municípios de Alto Horizonte, de acordo com o IMB (2015). Assim, o PIB de Alto Horizonte associado à pequena população, deveria se resultar em uma melhor distribuição de renda (ATLAS BRASIL, 2013).

Tabela 10 - Comparação entre o Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios analisados - Goiás - 2010 a 2013 (R\$).

Município	PIB <i>Per capita</i> (R\$)			
	2010	2011	2012	2013
Alto Horizonte	176.061,50	188.263,87	178.150,45	109.786,77
Crixás	16.196,13	22.527,43	25.747,23	22.262,11
Minaçu	29.890,45	36.244,15	39.299,25	31.548,67
Niquelândia	21.148,14	28.426,35	27.405,94	24.491,91

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 2010 a 2013.  
Elaboração: Instituto Mauro Borges / Segplan-GO / Gerência de Contas Regionais e Indicadores - 2015.

Crixás vive um panorama peculiar em relação aos outros municípios estudados. A mineradora Serra Grande já está instalada na cidade há quase 30 anos, contudo, o PIB *per capita* continua o mais baixo. Ao analisar o PIB de Crixás nota-se que não houve crescimento significativo, sendo que, em 2013, últimos dados disponíveis, o valor do PIB foi de R\$ 367.035,00 e a população era de 16.487 habitantes. No mesmo ano, Niquelândia, com duas grandes minas e população (44.540 habitantes) maior que o dobro de Crixás, teve o PIB com o valor de R\$ 1090.870,00 (IMB, 2015).

Pesquisas sobre o assunto apontam que Crixás possui uma das minas mais rentáveis do Brasil, pela razão de possuir custos de produção muito baixos em comparação com as outras, além de condições geológicas promissoras na região e altos níveis de pesquisas tecnológicas e exploração (CETEM, 2007 e 2012). O estudo do CETEM (2007) demonstra que o governo municipal quase não investe em melhorias para a comunidade local, principalmente em infraestrutura, como saneamento básico. A empresa atua de forma assistencialista, conforme Pasco-Font et al. (2003), ocupando-se

apenas de poucas atividades na comunidade, geralmente, praticando vários pequenos serviços.

No ano de 2013 todos os municípios em que situam-se os empreendimentos minerais estudados tiveram o valor do PIB reduzido, devido à crise econômica que estava havendo na China, diminuindo, assim, a importação do setor mineral, uma vez que este país é um dos grandes importadores de *commodities* minerais do Brasil (IBGE, 2015).

## **5.7 Relatórios ambientais**

Os relatórios ambientais, como o EIA (Estudo de Impacto Ambiental), o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental), o PCA (Plano de Controle Ambiental), o RCA (Relatório de Controle Ambiental), o PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais), o PMA (Plano de Monitoramento Ambiental), entre outros, produzidos pelas mineradoras estudadas devem conter informações com o objetivo de avaliar os impactos ambientais que elas geram ou podem gerar. Neles, são apresentados, ainda, estudos socioeconômicos do município nos quais estas empresas localizam-se. Esses documentos são públicos e permitem a participação e consulta por parte de qualquer pessoa interessada, exceto o EIA, pois este pode possuir dados sigilosos das empresas e a informação contém diversos termos técnicos, dos quais a maioria da população, em geral, não tem conhecimento.

Os documentos, ano a ano, em sua grande maioria, não foram encontrados na Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA), pois os relatórios antigos, com mais de cinco anos, são enviados para uma área de arquivo ou, se com mais de dez anos, são incinerados. A versão digital desses raramente é enviada pelas empresas e a SECIMA não possui um sistema digitalizado com os relatórios disponíveis à pesquisa. Além disso, os empreendimentos não permitem a visualização e o manuseio deles, ou seja, caso o órgão ambiental estadual não tenha o relatório disponível, não será possível informar-se sobre tais dados.

Todos esses empecilhos encontrados para se ter acesso aos relatórios ambientais, inviabilizam a disseminação da informação e ainda atrasa e prejudica as pesquisas científicas.

As descrições e informações feitas nessa dissertação referentes às observações



dos diversos relatórios de RIMA, PMA, RCA, PCA e PGRS acessados de cada empresa:

- **SAMA:** traz figuras desconectadas dos assuntos do texto, assuntos irrelevantes, termos técnicos que a maioria da população desconhece. Pouca informação em relação ao histórico e processo industrial da empresa. Não foi encontrado nenhum mapa da área e poucos relatórios disponíveis, porém, foi a única a realizar um glossário. Havia também informações técnicas sobre os aspectos geotécnicos da área, qualidade do ar, construção de drenagens, revegetação do solo, medidas de mitigação, controle de poluição, monitoramento de vibração de ruídos e programas ambientais.
- **ANGLO AMERICAN:** tem imagens de baixa e alta resolução. A maioria das informações de conceitos não tem referências, tem frases sem sentido, informações irrelevantes e desatualizadas e não traz dados dos responsáveis da área ambiental na empresa. Porém, abrangem histórico, processo industrial, fluxograma, recuperação de áreas degradadas, programas de controle e monitoramento ambiental e tratamento de despejos líquidos.
- **VOTORANTIM METAIS:** apresenta fotos com boa e baixa resolução, mapas, diversas informações sobre as barragens, várias imagens demonstrando o processo de recuperação das áreas impactadas, dados dos responsáveis da área ambiental, histórico da empresa, planta da área, processo industrial e fluxograma. E ainda continham dados sobre o destino dos resíduos sólidos, projetos e programas sociais.
- **SERRA GRANDE:** traz informações dos responsáveis da área ambiental na empresa, planta da área, estrutura organizacional da empresa. Traz mapas indicando as áreas do empreendimento, fotos com boa resolução, informações sobre a barragem, fluxogramas, gerenciamento de águas, efluentes e resíduos sólidos e programas ambientais. Possui também um histórico mais completo da empresa e diversos dados sobre o processo industrial, com vários conteúdos socioeconômicos, porém superficiais.

- **MARACÁ:** apresenta fotos com boa resolução, diversas informações sobre a barragem, intervenções no meio biótico e físico, dados dos responsáveis da área ambiental na empresa, mapas indicando as áreas do empreendimento e programas ambientais. Além da Serra Grande, esta também apresenta um histórico mais completo da empresa e do processo industrial em relação às outras empresas.

## 5.8 Pesquisa em campo

As visitas técnicas realizadas proporcionaram verificar *in loco* a paisagem atual das empresas, obter informações não divulgadas e observar alguns processos industriais delas.

Os relatos dos empreendimentos, visitados ou não, foram:

- **SAMA:** a visita à mineradora aconteceu no mês de junho de 2015. As observações concedidas foram somente em uma das áreas de extração (Cava A) e ao processo de beneficiamento do minério (Figura 11). A empresa aparentemente emprega algumas ações ambientais como coleta seletiva, programas de conscientização da comunidade e atividades artesanais. Porém, a mineradora se recusou a disponibilizar o RIMA (documentos que são públicos à comunidade por lei) e não autorizou a visita nas áreas ambientais, como o parque ecológico e regiões revegetadas, o que gera dúvidas ao programa de sustentabilidade que a mesma divulga realizar em sua área. A documentação fotográfica foi autorizada em todo o percurso da visita. Alguns Relatórios de Sustentabilidade e uma amostra do amianto crisotila foram entregues.



Figura 11. Fotografias realizadas na empresa Sama em Minaçu. a) Fachada da entrada da empresa. b) Cava A com a presença do lençol freático. c) Bancadas da Cava A e estrada de acesso à cava. d) Parte da planta de beneficiamento da empresa.

- **ANGLO AMERICAN:** a visita ocorreu no mês de dezembro de 2015. Logo na chegada é necessário ver um filme sobre uma visita segura nas dependências da empresa. Foi possível visitar as áreas revegetadas, pilhas de minério no pátio e processamento do minério. Este último foi liberado somente para visualizar de dentro do veículo de transporte. Foi concedida também a ida ao mirante da empresa (Figura 12 e d), de onde pôde-se observar o baixo nível de água do lago de Serra da Mesa devido ao período de seca severa. As fotografias eram controladas na maioria das áreas. Os relatórios à sociedade dos anos de 2014 e 2015 foram concedidos.



Figura 12. Fotografias realizadas na empresa Anglo American em Niquelândia.

a) Vista panorâmica da planta industrial através do mirante da empresa. b) Área de calcinação. c) Pilha de rejeito parcialmente revegetada. d) Vista do lago Serra da Mesa (em evidência o baixo nível do lago).

- **VOTORANTIM METAIS:** A equipe técnica ambiental da Votorantim Metais respondeu aos contatos realizados por e-mails e telefone, mas sempre adiava as visitas, alegando férias ou falta de horário por parte dos funcionários que poderiam acompanhar na data pré-agendada por quase quatro meses (até dezembro de 2015). Mesmo após enviar o pré-projeto e declaração da Universidade à empresa, a mesma afirmou duvidar do vazamento de informações por meio da pesquisa. E, em janeiro de 2016, informou por telefone que não poderia haver a visita, pois a empresa estava encerrando suas atividades e nenhum funcionário teria condições emocionais para acompanhar o trajeto, pois o fechamento dela estava próximo devido ao baixo valor comercial do minério de níquel.
- **SERRA GRANDE:** a visita ocorreu em abril de 2016. A empresa possui diversas operações em minas subterrâneas e a céu aberto, sendo que há certa distância entre as mesmas e horários determinados para a visita em questão. Isto em razão da disponibilidade dos funcionários que conduziram a visita e do desenvolvimento de cada área, para que fosse possível visitar vários locais em

plena atividade. Inicialmente foi preciso assistir um vídeo sobre condutas seguras nos locais da empresa, e logo em seguida, uma série de equipamentos de proteção individual foram necessários utilizar para adentrar à mina subterrânea. Foram visitadas as seguintes áreas: Mina III (subterrânea), áreas revegetadas, pátio de blindagem, mirante, pilhas de minério, barragem de rejeitos e a área de sustentabilidade (prédio administrativo). O processo de beneficiamento do minério é restrito aos funcionários desta área, eles passam por uma verificação na entrada e saída da planta por questões de segurança. Percebeu-se que o empreendimento aplica a coleta seletiva em todas as dependências do mesmo. Não foi possível visitar as minas a céu aberto e não foi autorizada nenhuma documentação fotográfica dentro da empresa como um todo.

- **MARACÁ:** A secretaria de agendamento de visitas da Maracá alegou não haver horário disponível por parte da equipe técnica da empresa para acompanhar a visita, mas que entrariam em contato assim que possível. Nunca houve esse contato, nem tão pouco responderam os e-mails, sendo que a tentativa de agendar a visita foi de janeiro a maio de 2016. A MMIC está limitando as visitas, sendo assim, o processo é muito mais burocrático, pois a área responsável precisa ter interesse no motivo da visita que pretende-se fazer. Os responsáveis pela área praticamente não respondem e-mails, portanto, é necessário realizar diversos contatos para saber o andamento da solicitação.

Observou-se, em todas as mineradoras visitadas, que houve alterações em suas áreas, modificando a paisagem de maneira significativa. Entretanto, também foi verificado que há revegetação concomitantemente à exploração, para assim, minimizar os impactos ambientais no solo e reduzir o impacto visual. A implementação de coleta seletiva e cartazes instruindo os funcionários a descartarem os resíduos de forma correta, estavam presentes nas empresas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a classificação de imagens dos satélites Landsat 5 e 8 semiautomática (inspecionada visualmente polígono a polígono) se mostrou satisfatória, pois ao aliar a experiência do pesquisador juntamente com a verificação no *Google Earth* foi possível diferenciar as classes de uso e cobertura. A técnica gerou algumas limitações que dificultaram a interpretação dos dados, como: não conseguir imagear o fundo das cavas das minas, confusão de algumas classes texturais, áreas relativamente pequenas não são identificáveis e minas subterrâneas não podem ser mensuradas. Os mapeamentos das imagens nas áreas das mineradoras e seus entornos demonstraram a evolução da alteração da paisagem, sendo observada em todas as regiões, ora menos degradada, ora mais. Porém, a maioria das modificações na paisagem pode ser revertida, caso seja implantado um estudo afincado com este intuito em cada mineradora.

A não disponibilização dos dados socioeconômicos dos municípios anterior a 1991 e após 2013 impediram relacionar informações muito antigas com as mais recentes. Desta maneira, não é possível obter uma avaliação histórica das cidades ao longo de 30 anos. Entretanto, por meio desses dados disponíveis, infere-se que, com a chegada da grande mineração nos municípios do norte goiano que a tem como base econômica, houve uma evolução em grande parte dos indicadores econômicos. Porém, as questões referentes à saúde, lazer e saneamento básico não acompanharam com êxito os indicadores da economia, principalmente na cidade de Crixás.

Ao observar os dados da comparação da renda *per capita* com o salário mínimo de todos os municípios estudados com a economia alicerçada na indústria mineral, pôde-se verificar que, apesar de terem mineradoras de grande porte e com altas produções minerais, grande parte da população recebia cerca de dois salários mínimos em 2000 e pouco mais de um em 2010. Inferindo-se que, independente do município possuir um elevado PIB, a renda dos trabalhadores não aumenta de acordo com o salário mínimo, ou seja, não investe-se em melhores condições salariais na cidade. Sendo assim, uma grande surpresa ao analisar a cidade de Alto Horizonte que, em virtude dos altíssimos lucros advindos da mineração, ter o segundo maior PIB do estado de Goiás e pequena população, esperava-se que, os trabalhadores desse município tivessem uma alta renda salarial.

Todos os relatórios nos níveis locais enviados à secretaria estadual de meio ambiente das empresas possuem informações sobre os impactos ambientais, medidas

mitigadoras e, em geral, pouca informação socioeconômica dos municípios e nenhuma informação negativa da empresa. Também foram encontrados diversos erros de digitação, gramaticais, concordância verbal e frases desconexas; e ainda formatação inadequada, dificultando assim, o entendimento dos textos pesquisados.

Já os Relatórios de Sustentabilidade, feitos em nível nacional pelos empreendimentos, apresentaram ótima dinâmica na espacialização dos conteúdos e fluxogramas; textos sem erros de digitação, gramaticais, concordância verbal e frases desconexas; textos coerentes e de fácil entendimento; imagens com boa resolução e conectadas ao texto. Além disso, estão disponibilizados no *site* institucional das empresas a qualquer interessado fazer o *download*. Porém, estes não estão disponíveis em todos os anos, e são mais voltados para uma propaganda de boas práticas, sempre utilizando termos sensacionalistas e politicamente corretos em todas as ações que os empreendimentos desenvolvem.

Usualmente, há uma grande dificuldade em conseguir uma simples visita às mineradoras. Por ser um trabalho científico, os responsáveis nas empresas temem que seja feito um relato que denigre a imagem delas. Porque sabem que esta é uma atividade com grande potencial de degradação do meio ambiente e nem sempre estão em conformidade com a legislação ambiental. Portanto, só foi possível realizar as visitas nas mineradoras Sama, Anglo American e Serra Grande, as quais se mostraram receptivas e forneceram diversas informações e materiais para esta pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS

ACIEG, 2015. ASSOCIAÇÃO COMERCIAL, INDUSTRIAL E DE SERVIÇOS DO ESTADO DE GOIÁS. Unidade Niquelândia da Votorantim Metais investe mais de meio milhão de reais em projetos para impulsionar o desenvolvimento econômico e social. Disponível em:

<<http://acieg.com.br/unidade-niquelandia-da-votorantim-metais-investe-mais-de-meio-milhao-de-reais-em-projetos-para-impulsionar-o-desenvolvimento-economico-e-social/>> Acesso em: 12 abr. 2016.

ADHOC, 2014. Clipping Semanal de Mineração. Disponível em:

<[http://www.adhocadvisors.com.br/site/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=35&Itemid=75](http://www.adhocadvisors.com.br/site/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=35&Itemid=75)> Acesso em: 02 dez. 2015.

ALVES, F. BRASIL MINERAL, 2015. Disponível em:

<<http://www.brasilmineral.com.br/revista/353/>> Acesso em: 15 dez. 2015.

ALVES, F. BRASIL MINERAL, 2016. Disponível em:

<<http://www.brasilmineral.com.br/revista/358/>> Acesso em: 10 jan. 2016.

ANGLO, 2015. Relatório à sociedade - Anglo American. Disponível em:

<<http://docplayer.com.br/12740429-Relatorio-a-sociedade-2015-ano-base-2014-niquel-niobio-e-fosfatos-sociedade-relatorio-a-sociedade-2015-ano-base-2014-2014.html>> Acesso em: 22 jan. 2016.

ANGLO, 2013. Relatório à sociedade - Anglo American. Disponível em:

<[http://brasil.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Brazil-V3/reports-and-presentations/niquel-niobio-e-fosfatos/2013\\_relatorio-a-sociedade-2013.pdf](http://brasil.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Brazil-V3/reports-and-presentations/niquel-niobio-e-fosfatos/2013_relatorio-a-sociedade-2013.pdf)> Acesso em: 22 jan. 2016.

ANGLO, 2005. Relatório à sociedade - Anglo American. Disponível em:

<[http://brasil.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Brazil-V3/reports-and-presentations/niquel-niobio-e-fosfatos/2005\\_relatorio-para-sociedade-2005.pdf](http://brasil.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Brazil-V3/reports-and-presentations/niquel-niobio-e-fosfatos/2005_relatorio-para-sociedade-2005.pdf)> Acesso em 23 jan 2016.

ANGLO, 2009. RCA/PCA - Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental. Exploração de minério de níquel - Anglo American. Niquelândia, Goiás.

ANGLO, 2013. RCA - Relatório de Controle Ambiental - Anglo American. Niquelândia, Goiás.

ANGLO, 2012. PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais - Anglo American. Niquelândia, Goiás.

ANJOS, A. F. *et al.* Metodologia do mapeamento histórico das mudanças na cobertura e uso da terra no cerrado entre 1975 e 2010. XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento XXV - Exposicarta, 2014. Disponível em:

<[http://www.cartografia.org.br/cbc/anais\\_listagem\\_4\\_fotogrametria-e-sensoriamento-remoto.html](http://www.cartografia.org.br/cbc/anais_listagem_4_fotogrametria-e-sensoriamento-remoto.html)> Acesso em: 10 mai. 2015.



ATLAS BRASIL, 2013. Desenvolvimento Humano. Disponível em:  
<<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>> Acesso em 05 mar. 2016.

BARRETO, M. L. Mineração e desenvolvimento sustentável: Desafios para o Brasil. CETEM/MCT. Rio de Janeiro, 2001.

BONELLI, R. As estratégias dos grandes grupos industriais brasileiros nos anos 90. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro, 1998.

BRITTO, M. C.; FERREIRA, C. C. M. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. In: Revista de Geografia - PPGeo - v. 2, no 1, p.1-10, 2011.

CAVALCANTI, A. P. B. Análise integrada das unidades paisagísticas na planície deltaica do rio Parnaíba– Piauí/Maranhão. In: Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 03, n 06, 2004.

CETEM, 2011. Centro de Tecnologia Mineral. Grandes mineradoras e a comunidade em Niquelândia, Goiás. Disponível em:  
<<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/1166/Grandes%20mineradoras%20e%20a%20comunidades.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 set. 2015.

CETEM, 2007. Centro de Tecnologia Mineral. Grandes minas e comunidade: algumas questões conceituais. Disponível em:  
<<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/243/sed-73.pdf?sequence=1>> Acesso em: 26 fev. 2016.

CETEM, 2012. Centro de Tecnologia Mineral. Apesar de ter uma das minas de ouro mais produtivas do Brasil, Crixás (GO) continua com baixo IDH. Disponível em:  
<<http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=6>> Acesso em: 26 fev. 2016.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, R.V.; RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.64-72, 2014.

CORRÊA, R. L. C.; CASTRO, I. E.; GOMES, P. C.C. Geografia: conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário mineral brasileiro 2010. Disponível em:  
<[http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2010/GO\\_2010.pdf](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2010/GO_2010.pdf)> Acesso em: 02 mai. 2015.

EDITORIAL DO JORNAL O POPULAR, 2016. A venda da Anglo. Disponível em: <<http://www.opopular.com.br/editorias/opiniao/editorial-1.145048/a-venda-da-anglo-1.1031518>> Acesso em: 20 mar. 2016.

ELO, 2010. Mineradora Yamana: Destaque na produção de metais preciosos.

Disponível em: <[http://revistaelo.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2010/06/revista\\_elo\\_edicao\\_51.pdf](http://revistaelo.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2010/06/revista_elo_edicao_51.pdf)> Acesso em: 20 out. 2015.

ELLOVITCH, M. F. ECODEBATE – CIDADANIA E MEIO AMBIENTE. Conceito de sustentabilidade. 2010. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2010/11/12/conceito-de-sustentabilidade-artigo-de-mauro-da-fonseca-ellovitch/>> Acesso em: 05 jun. 2015.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Campinas, SP. 2009. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/cadastro/index.php>> Acesso em: 15.mai.2016.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Missão Landsat. Campinas, SP. 2013. Disponível em: <[http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao\\_landsat.php](http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao_landsat.php)> Acesso em: 20 jun. 2016.

FITZ, P.R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

GABINETE DE IMPRENSA DO GOVERNADOR DE GOIÁS. CASA CIVIL, 2016. Ações do Governo e da Votorantim amenizam impacto de demissões em Niquelândia. Disponível em: <<http://www.casacivil.go.gov.br/post/ver/207906/acoes-do-governo-e-da-votorantim-amenizam-impacto-de-demissoes-em-niquelandia>> Acesso em: 28 fev. 2016.

IBGE, 2015. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/pub/pib/pibmun2013/pibmun2013.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2015.

IBGE, 2016. CIDADES@. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em: 28 jan. 2016.

IBRAM, 2015. Instituto Brasileiro de Mineração. Disponível em: <[http://www.ibram.org.br/150/15001005.asp?ttCD\\_CHAVE=30374](http://www.ibram.org.br/150/15001005.asp?ttCD_CHAVE=30374)> Acesso em: 19 jun. 2015.

IBRAM, 2014. Instituto Brasileiro de Mineração. EMPRESAS DE OLHO NO NOVO CICLO DO OURO. Disponível em: <[http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD\\_CHAVE=228221](http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=228221)> Acesso em: 22 nov. 2015

INFOMET, 2016. Metalurgia Física, Propriedades e Aplicações. Disponível em: <<http://www.infomet.com.br/site/metais-e-ligas-conteudo-ler.php?codAssunto=106>> Acesso em: 28 set. 2015.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Catálogo de imagens. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>> Acesso em: 02 jun. 2015.

JACOMETO, M.A. 2001. Passivo ambiental: conceito moderno, velhas práticas.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C. B. M. Landsat 8:

Avanços para mapeamento em mesoescala. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Geografia, 2013. Disponível em:  
<[http://www.cartografia.org.br/cbg/trabalhos/90/51/resumo-geotec-roberta-raissa-1\\_1374611841.pdf](http://www.cartografia.org.br/cbg/trabalhos/90/51/resumo-geotec-roberta-raissa-1_1374611841.pdf)> Acesso em: 15 jul. 2016.

LEITE, U.B. Os Efeitos Regionais Da ‘Grande Mineração’: A Experiência Do Norte De Goiás. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. 1ed. Brasília: CNPq, 2012.

MME, 2009. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório Técnico 63 - Perfil do Cobre. Disponível em:  
<[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256652/P37\\_RT63\\_Perfil\\_do\\_Cobre.pdf/68976b6f-13e9-4f1a-adde-c435aacbb009](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256652/P37_RT63_Perfil_do_Cobre.pdf/68976b6f-13e9-4f1a-adde-c435aacbb009)> Acesso em: 20 mar. 2016.

MME, 2009. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório Técnico 24 - Perfil do Níquel. Disponível em:  
<[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P15\\_RT24\\_Perfil\\_da\\_Minerao\\_de\\_Nxquel.pdf/7f22c4d2-e126-4569-baac-54700bd296aa](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P15_RT24_Perfil_da_Minerao_de_Nxquel.pdf/7f22c4d2-e126-4569-baac-54700bd296aa)> Acesso em: 20 mar. 2016.

MME, 2009. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório Técnico 35- Perfil da Crisotila. Disponível em:  
<[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P25\\_RT35\\_Perfil\\_da\\_Crisotila.pdf/5d0f7dd8-3890-4364-810a-db60776cd1d7](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P25_RT35_Perfil_da_Crisotila.pdf/5d0f7dd8-3890-4364-810a-db60776cd1d7)> Acesso em: 20 mar. 2016.

MME, 2009. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório Técnico 28 - Perfil do Ouro. Disponível em:  
<[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P19\\_RT28\\_Perfil\\_do\\_Ouro.pdf/9628eb10-525b-4c31-83bb-124160792bac](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P19_RT28_Perfil_do_Ouro.pdf/9628eb10-525b-4c31-83bb-124160792bac)> Acesso em: 22 mar. 2016.

MME, 2009. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório Técnico 65 - Perfil do Zinco. Disponível em:  
<[http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256652/P39\\_RT65\\_Perfil\\_do\\_Zinco.pdf/623402c7-f78d-4e1a-9e69-604d3b3f861b](http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256652/P39_RT65_Perfil_do_Zinco.pdf/623402c7-f78d-4e1a-9e69-604d3b3f861b)> Acesso em: 22 mar. 2016.

MMIC, 2013. PGA - Programa de Gestão Ambiental. Lavra do Corpo Sul -Mineração Maracá Indústria e Comércio. Alto Horizonte, Goiás.

MMIC, 2014. PGA - Programa de Gestão Ambiental. 8ª Etapa Alçamento - Barragem de Rejeitos - Mineração Maracá Indústria e Comércio. Alto Horizonte, Goiás.

MOREIRA, M. A., 1949. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 4. Ed. atual. ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.

MSG, 2014. RCA/PCA - Relatório e Plano de Controle Ambiental. Depósito de estéril - OPEN PIT CORPO V - Mineração Serra Grande. Crixás, Goiás.

MSG, 2011. PMA - Plano de Monitoramento Ambiental - Mineração Serra Grande.

Crixás, Goiás.

NASA. History Landsat. Disponível em: <[http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page\\_id=2281](http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=2281)> Acesso em: 26 mai. 2016.

NOVO, E. M. L. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 308 p., 1992.

OLIVEIRA, E. JORNAL DIÁRIO DO NORTE, 2016. Votorantim suspende atividades em Niquelândia. Disponível em: <<http://www.jornaldiariodonorte.com.br/noticias/comunicado-a-imprensa-18011912>> Acesso em: 28 jan. 2016.

PASCO-FONT, Alberto; Hurtado, Alejandro Díez, Damonte, Gerardo; Fort, Ricardo; Guillermo Salas, Guillermo (2003), Capítulo 4 - Aprendiendo mientras se trabaja, In: McMahon, Gary; Remy, Félix (eds.). Grandes Minas y la Comunidad: efectos socioeconómicos en Latinoamérica, Canadá y España, Banco Mundial/Alfaomega, Ottawa.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. 1991. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewFile/8812/7568>> Acesso em: 05 abr. 2015.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Ato das Disposições Constitucionais Transitórias Atos decorrentes do disposto no § 3º do art. 5º. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)> Acesso em: 06 abr. 2015.

QUIMLAB, 2002. SOLUÇÕES EM QUÍMICA. COBALTO - CO. Disponível em: <<http://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/cobalto.htm>> Acesso em: jan. 2016.

SAMA – Mineração S.A. Disponível em: <<http://www.sama.com.br/pt>> Acesso em: 15 mai. 2015.

SAMA, 2005. RCA - Relatório de Avaliação de Conformidade - Sama Minerações Associadas. Minaçu, Goiás.

SAMA, 2008. Processo de Instalação e Ampliação de depósito de estéril - Sama Minerações Associadas. Minaçu, Goiás.

SAMA, 2007. Relatório de Sustentabilidade. Disponível em: <[http://www.sama.com.br/export/sites/default/pt/sustentabilidade/relatorio\\_sustentabilidade/Sama2007/Gri-2007.pdf](http://www.sama.com.br/export/sites/default/pt/sustentabilidade/relatorio_sustentabilidade/Sama2007/Gri-2007.pdf)> Acesso em: 15 jan. 2016.

SAMA, 2010. Relatório de Sustentabilidade. Disponível em: <[http://www.sama.com.br/pt/sustentabilidade/relatorio\\_sustentabilidade/Sama2010/index.html](http://www.sama.com.br/pt/sustentabilidade/relatorio_sustentabilidade/Sama2010/index.html)> Acesso em: 30 jan. 2016.

SAMA, 2013. Relatório de Sustentabilidade. Disponível em:  
<[http://www.sama.com.br/export/sites/default/pt/sustentabilidade/relatorio\\_sustentabilidade/Sama2013/GRI\\_SAMA\\_2013.pdf](http://www.sama.com.br/export/sites/default/pt/sustentabilidade/relatorio_sustentabilidade/Sama2013/GRI_SAMA_2013.pdf)> Acesso em: 26 jan. 2016.

SAMA, MINERAÇÕES ASSOCIADAS. Disponível em:  
<<http://www.sama.com.br/pt/index.html>> Acesso em: 20 nov. 2015

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA JR, L. G. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007 (Boletim de Pesquisa). Disponível em:  
< [http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2007/doc/doc\\_190.pdf](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2007/doc/doc_190.pdf)>. Acesso em: 5 de jun. 2016.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environ Monit Assess*, n. 166, p 113–124. 2010.

SANTOS, M. Pensando o espaço do homem. 4. ed. São Paulo: Hucitec, p.37, 1997.  
SERPA, A. Milton Santos e a paisagem: Parâmetros para a construção de uma crítica da paisagem contemporânea. *Paisagem Ambiente: ensaios - n . 27 - São P aulo - p . 131 - 138*, 2010.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SEPLAN - Goiás em Dados 2012 - Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento; Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos - Goiânia: SEPLAN, 2013. Disponível em:  
<<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/down/godados2012.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2015.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. Ranking dos Municípios Goianos: 2005. Goiânia: SEPLAN, 2005. 114 p.; il. 1. Economia - Desenvolvimento - Município - Goiás. 2. Economia - Competitividade - Município - Goiás I.

SILVA, E. B. A dinâmica socioespacial e as mudanças na cobertura e uso da terra no bioma Cerrado. 148 f.: il. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, PPGeo, Goiânia-GO, 2013.<<http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/index.php/produtos/apresentacoes/viewdownload/9-tese/801-a-dinamica-socioespacial-e-as-mudancas-na-cobertura-e-uso-da-terra-no-bioma-cerrado>> Acesso em: 20 jun. 2015.

SILVA, L. F. A mineração industrial em Goiás. *Conjuntura Econômica Goiana*, nº 20, março, 2012.

SOARES, R. B.; SOARES, C. B.S.S.; COSTA, J. A. L.; COSTA, S. S. Aplicação de técnica de fusão em imagens Landsat 8/ OLI. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0944.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2016.

USGS - *United States Geological Survey*. Disponível em:  
<<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 03 jun. 2015.

VITTE, A. C. O Desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física. In: *Revista Mercator*, n. 11, p.71-78, 2007.

VM, 2010. VOTORANTIM METAIS. Níquel boas práticas na eletrodeposição.  
Disponível em:  
<[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/guia\\_boas\\_%20praticas\\_%20galvanoplastia.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/guia_boas_%20praticas_%20galvanoplastia.pdf)>  
Acesso em: 22 nov. 2015

VM, 2014. Relatório Votorantim Metais 2014. Disponível em:  
<<http://relatoriovmetais.com.br/2014/>> Acesso em: 20 nov. 2015

VMNQ, 2010. Relatório de visita - Processo licença de funcionamento - Votorantim Metais - Unidade Níquel. Niquelândia, Goiás.

VMNQ, 2014. Relatório de Controle Ambiental Anual - Votorantim Metais - Unidade Níquel. Niquelândia, Goiás.

## GLOSSÁRIO

**Alevinos:** filhote de peixes, logo depois do nascimento, de eclodir do ovo. Usando uma comparação descabida, seria como são os girinos para os sapos. É a sua fase larval.

**ANFO (*Ammonium Nitrate Fuel Oil*):** é um explosivo produzido pela mistura de líquidos (geralmente) com nitrato de amônio.

**Back Fill:** aterro de preenchimento (Polpa introduzida na mina subterrânea, após a remoção do minério, para sustentação do teto da escavação, constituída de estéril, areia ou outra rocha).

**Bancada:** local preparado para desmonte do minério ou estéril, sendo formada na lavra a céu aberto, por três superfícies, dois planos horizontais ou sub-horizontais que constituem o topo e o pé da bancada, e uma superfície vertical.

**Barrilha:** carbonato de sódio impuro, feito de cinzas de barrilheiras, e outrora usado no fabrico de sabão e vidro.

**Batimetria:** é a medição de profundidade de uma massa de água como os mares, lagos, rios.

**Beneficiamento:** melhoria das propriedades químicas e/ou físicas de um minério de tal modo que o metal ou substância valiosa possam ser recuperados com fins lucrativos.

**Berma:** distância entre o pé e a crista do talude.

**Blendagem:** mistura em quantidades predeterminadas e controladas para dar um produto uniforme em teor ou granulometria.

**Bismuto:** é um elemento químico de símbolo Bi.

**Bombonas:** reservatório plástico resistente, revestido pelas laterais com ferro, usado para armazenamento de produtos químicos.

**Bota fora:** local de despejo de estéril.

**Bullion:** é um termo que se refere a barras de ouro, barras de prata, outras barras ou lingotes de metal precioso.

**Calcinação:** ação ou efeito de calcinar.

**Caldeira a coque:** caldeira que utiliza como combustível o coque. O **coque** é um tipo de combustível derivado da hulha (carvão betuminoso).

**Capeando:** cobrindo o solo.

**Cascatas:** dissipador de energia para onde são direcionadas as drenagens ao longo dos taludes das pilhas.

**Catodo:** é o eletrodo no qual há redução (ganho de elétrons).

**Cava:** escavações realizadas por equipamentos.

**Cavacos:** termo utilizado na indústria da madeira para designar os pequenos pedaços de madeira resultantes de uma trituração.

**Chapada:** nome da mina da mineradora Maracá.

**Cleaner (Limpadora):** recebe o concentrado da etapa.

**Cleaner/scavenger (Recuperadora):** recebe o rejeito “rougher” e recupera os minerais úteis obtendo um rejeito muito.

**Concentrador *Knelson*:** equipamento que realiza separação de minerais densos.

**Corta-rio:** escavação destinada à alteração do percurso dos cursos d’água, com o objetivo de eliminá-los ou fazer que se desenvolvam em local mais conveniente.

**Crista:** parte mais alta da pilha.

**Crista do talude:** é o limite superior no perfil do talude.

**Decapeamento:** retirada do solo para expor o minério à lavra.

**Descomissionamento:** atribuir uma função de fechar.

**Deprimir:** retirar ou precipitar o material na fase de concentração, flotação.

**Emulsão:** preparação obtida pela divisão de um líquido em glóbulos microscópicos (da ordem do micro) no seio de outro líquido com o qual ele não é miscível.

**Escarificador:** instrumento munido de lâminas, que serve para fazer incisões superficiais no solo.

**Escória:** resíduos gerados na metalurgia por meio da fusão dos metais.

**Esmerilhamento:** lustrar e retirar o brilho para tornar fosco; polir com esmeril.

**Estéril:** material lavrado que não tem valor econômico, ou seja, não contém amianto para ser beneficiado, porém é necessária a sua remoção para liberar frentes de lavra de minério.

**Exploração:** retirada de recursos naturais (minerais) com máquinas.

**Flash flotation:** flutuação “instantânea”, partículas de alto grau liberadas da carga que circula no circuito de moagem.

**Galvanoplastia:** processo que consiste em depositar, por eletrólise, uma camada de



metal sobre um molde cuja reprodução em relevo se quer obter.

**Gradagem:** ação, atividade ou operação de retirar (a terra).

**Gravimetria:** processo que se baseia na separação entre os minerais presentes pela diferença de densidade, tamanho e forma existentes.

**Homogeneização:** refere-se ao manuseio ou mistura de quantidades de minério com o objetivo de se obter um conjunto que tenha composição ou características uniformes.

**Hidrometalurgia:** é o processo de extração de metais que simula processos naturais de lavagem superficial de rochas.

**Inputs:** é uma expressão da língua inglesa que significa entrada.

**Jazida:** toda massa individualizada de minério, aflorando à superfície ou existente no interior da Terra, que seja passível de extração de maneira lucrativa.

**Lastro monetário:** o sistema monetário é representado pelo conjunto de moedas legais em circulação. A principal função da moeda é a mensuração (ato ou efeito de medir) do valor das mercadorias.

**Lavra:** conjunto de operações destinadas à extração industrial de substâncias minerais ou fósseis de uma jazida.

**Laterita:** solo avermelhado da zona tropical úmida, caracterizado pela presença de hidróxido de ferro e de alumínio.

**Leiras:** dividir (terreno) em leiras.

**Lei Rouanet:** Lei Federal de Incentivo à Cultura (Lei nº 8.313/91).

**Leito fluidizado:** sedimentos em que se repousa: fundo.

**Life of Mine:** vida útil da mina - tempo de duração das atividades de produção da mina, com a tecnologia e os equipamentos disponíveis, até que não se possa mais extrair minério acima do teor de corte.

**Linha piezométrica:** é aquela que une as extremidades das colunas piezométricas. Fica acima do conduto de uma distância igual à pressão existente, e é expressa em altura do líquido. É chamada também de gradiente hidráulico.

**Linha freática:** é uma linha de percolação onde a pressão é igual à pressão atmosférica, tendo portanto, apenas carga altimétrica.

**Maldonita:** ouro bismutífero.

**Mesh:** abertura de peneiras.

**Merril Crowe:** processo de precipitação ou cementação do ouro com zinco.

**Moega:** Equipamento destinado a dosagem de materiais sólidos a granel (cereais, cimento, cal, minérios em geral, materiais químicos), funcionando com o princípio de “funil”.

**Moinho “SAG”:** moinho SAG (semi autogéno), moinho rotativo utilizando o próprio material de alimentação como meio de moagem.

**Open Pit:** cava aberta - local em que o minério é extraído a partir da superfície, ao invés da utilização de passagens escavadas sob o mesmo.

**Open Pit Corpo V:** nome da mina a céu aberto da Serra Grande.

**Open Pit Mina III:** nome da mina a céu aberto da Serra Grande.

**Overflow:** orifício que as partículas menores e menos densas são arrastadas para o centro do equipamento, onde forma-se um movimento em espiral ascendente.

**Paleta (saco):** plataforma de madeira sobre a qual se põe a carga empilhada a fim de ser transportada em grandes blocos.

**“Pé” do talude:** é o limite inferior no perfil do talude.

**Piezômetro:** equipamento que mede a pressão da água no solo.

**Radioisótopo:** física nuclear. Isótopo radioativo de elemento natural.

**Pilhas de deposição:** regiões destinadas à deposição de estéril/rejeito e resíduos contendo amianto.

**Praça da moega:** área destinada à blendagem de teores.

**Rock-fill:** enchimento a seco - suporte para escavações subterrâneas, constituído de blocos de rochas.

**ROM (Ron of Mine):** produção bruta na mineração

**Rougher/scavenger (Recuperadora):** recebe o rejeito “rougher” e recupera os minerais úteis obtendo um rejeito muito.

**Serra:** meia encosta

**Subestequiométrica:** reação química que ocorre sob baixas quantidades de ar.

**Sub-level:** subnível - aberturas em minas subterrâneas para acesso.

**Talude:** superfície inclinada que delimita a cava.

**Tamboreamento:** é um processo de tratamento e finalização de superfícies de peças

produzidas em série.

**Tampão** (em química): são soluções que atenuam a variação dos valores de pH (ácido ou básico), mantendo-os aproximadamente constantes, mesmo com a adição de pequenas quantidades de ácidos e bases.

**Testes (BioBPF e ECOFIRE):** pesquisa para implantar a utilização de óleos renováveis (BioBPF e ECOFIRE) no forno a coque.

**Termo Retráteis:** são tubos que se retraem ao serem aquecidos. São utilizados para dar acabamento na montagem de cabos e conexões.

**Torta:** parte de um material retirado de um todo.

***Tripper:*** sistemas de transportadoras fixas, móveis e modulares.

**Tubulação adutora:** é aquela tubulação que vai da bomba até a área a ser irrigada.

***Underflow:*** equipamento com um movimento em espiral descendente, arrastando as partículas maiores e mais pesadas para saída inferior.