

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

JANDERSON SOARES FLORENCIO
JONATHAN NÉRIO ALVES
JOSÉ ALBERTO ESTEVES VAZ

GEORREFERENCIAMENTO DE DIREITOS MINERÁRIOS

BELO HORIZONTE

JULHO / 2018

JANDERSON SOARES FLORENCIO
JONATHAN NÉRIO ALVES
JOSÉ ALBERTO ESTEVES VAZ

GEORREFERENCIAMENTO DE DIREITOS MINERÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia de Agrimensura, da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura.

Área de concentração: Cartografia.

Orientadora de conteúdo: Prof.^a Especialista
Luciana Alves de Jesus

Orientadora de metodologia: Prof.^a Mestre
Gabriela Fonseca Parreira Gregório

BELO HORIZONTE

JUNHO / 2018

Unidade Floresta

Rua Aquiles Lobo, 104 - Floresta - CEP 31162-163 - Belo Horizonte - MG
Telef: (31) 3374-1974 - www.feamig.br - E-mail: feamig@feamig.br

Unidade Gameleira

Rua Getúlio B. de Toledo Santos, 937 - Bairro Gameleira - CEP 30510-275 - Belo Horizonte - MG
Telef: (31) 3372-3703 - www.feamig.br - E-mail: feamig@feamig.br



Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **GEORREFERENCIAMENTO DE DIREITOS MINERÁRIOS**, de autoria do(s) aluno(s) **Janderson Soares Florêncio, Jonathan Nério Alves e José Alberto Esteves Vaz**, aprovado(s) pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Esp. **Luciana Alves de Jesus**
Orientador

Prof. Ms. **Wilson José Vieira da Costa**
Membro da Banca

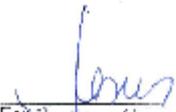
Prof. Ms. **Raquel Fátima de Souza**
Membro da Banca

Belo Horizonte, 02 de Julho de 2018.

A Revista Paramétrica recebeu, na plataforma OJS de editoração científica, o artigo científico intitulado "GEORREFERENCIAMENTO DE DIREITOS MINERÁRIOS" de autoria de Janderson Soares Florencio, Jonathan Nário Alves, José Albarto Esteves Vaz, Gabriela Fonseca Parreira Gregório, Luciana Alves de Jesus que entrará no processo de avaliação no sistema de revisão cega (*double blind review*), feita por avaliadores *ad hoc*, cuja possibilidade de publicação demandará, além da adequação do artigo às diretrizes da revista, também na responsabilidade dos autores, de correção de todas as revisões sugeridas pelos avaliadores.

A posse deste termo poderá ser utilizada para atribuição de nota e isenção da banca examinadora na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II), conforme previsto na Portaria CGC nº 05, de fevereiro de 2018.

Belo Horizonte, 07 de junho de 2018

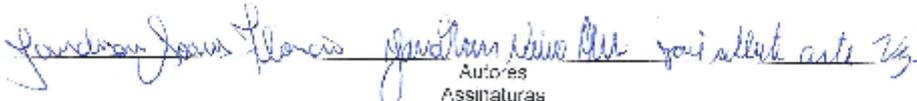

Prof. Esp. Luciana Alves de Jesus
Orientador de Conteúdo
Assinatura


Profa. Ms. Gabriela Fonseca Parreira Gregório
Orientador de Metodologia
Assinatura


Prof. Ms. Wilson José Veira da Costa
Editor
Assinatura


Profa. Ms. Raquel Ferreira de Souza
Editora de Texto
Assinatura

Os autores atestam a concordância dos orientadores de conteúdo e de metodologia de que o artigo é original e contribui para o avanço do conhecimento nas áreas de Engenharias, Arquitetura, Administração e Tecnologias, estando em condições de serem avaliados para publicação nos próximos volumes da Revista.


Autores
Assinaturas

Dedico esta pesquisa a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para elaboração da mesma. Aos meus colegas de classe que de alguma forma estiveram presentes durante toda elaboração do projeto. Dedico de forma especial aos mestres da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais FEAMIG que foram fundamentais para agregação de conhecimento, sempre auxiliando quando necessário.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter nos dado discernimento para ter chegado até aqui.

Aos nossos pais, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que nos chegássemos até esta etapa de nossas vidas. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos nossos amigos, que nos momentos de desespero nos incentivaram e dedicaram a nos com todo o amor e carinho.

Enfim, mais um objetivo alcançado, dentre muitos que vamos atingir, os conhecimentos que foram adquiridos superam quaisquer obstáculos e enfatizam os momentos de glória.

"Um dia você aprende que as circunstâncias e os ambientes têm influência sobre nós, mas nós somos responsáveis por nós mesmos."

(William Shakespeare)

RESUMO

O presente estudo é uma análise dos métodos de determinação de coordenadas do Ponto de Amarração – PA e locação dos vértices delimitadores da poligonal minerária. Tem-se como objetivo geral identificar o método de locação e determinação das coordenadas geodésicas mais adequado para correção das poligonais de direito minerário para uma empresa de consultoria em Mineração. Os objetivos específicos é apresentar os métodos existentes e aceitos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, comparar os métodos apresentados, identificar e justificar o método mais adequado de acordo com o objetivo proposto. A metodologia adotada neste Trabalho de Conclusão de Curso é um estudo de caso, onde buscou-se por uma análise documental de um processo de imissão de Posse já aprovado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e entrevistas semi-estruturadas com Geólogo e Engenheiro de Minas especialistas em consultoria de projetos de mineração, e observação participante de técnico em Agrimensura especialista em georreferenciamento. Também são apresentados os métodos existentes e aceitos pelo órgão regulamentador bem como as vantagens e desvantagens de cada método. Foi possível concluir que a execução de serviços e atividades da área do georreferenciamento na delimitação de áreas de exploração mineral exige estudos preliminares da legislação no que tange o código de mineração, com o objetivo de não serem cometidos erros na determinação dos vértices delimitadores da área em que foi concedida a portaria de lavra. Corroborando com a análise documental, as entrevistas feitas a especialistas da área, percebesse que dentre os métodos existentes o que proporciona melhores resultados e vantagens é a utilização do Sistema Global Navigation Satellite System (GNSS) com a utilização do método de posicionamento RTK Convencional.

Palavras Chave: Requerimento, Locação de poligonal, Imissão de Posse, Sistemas Geodésicos, Georreferenciamento.

ABSTRACT

The present study is an analysis of the methods of determining the coordinates of the Mooring Point - PA and location of the delimiting vertices of the mining polygonal. The general objective is to identify the method of location and determination of the geodesic coordinates most suitable for the correction of polygonal minerals for a consulting company in Mining. As a specific objective to present the existing methods and accepted by the National Department of Mineral Production - DNPM, compare the methods presented, identify and justify the most appropriate method according to the proposed objective. The methodology adopted in this Course Completion Work is a case study, where a documental analysis of a Possession immit process already approved by the National Department of Mineral Production - DNPM and semi-structured interviews with Geologist and Engineer of Mining experts in mining project consulting, and participant observation of expert in surveying georeferencing expert. Also presented are the existing and accepted methods by the regulatory body as well as the advantages and disadvantages of each method. It was possible to conclude that the execution of services and activities in the area of georeferencing in the delimitation of areas of mineral exploration requires preliminary studies of the legislation regarding the mining code, with the objective of not making mistakes in determining the bounding vertices of the area in question. which was granted the mining order. In line with the documentary analysis, the interviews with experts in the field, realized that among the existing methods, what provides the best results and advantages is the use of the Global System Navigation Satellite System (GNSS) with the use of the conventional RTK positioning method.

Keywords: Requirements; Rental of polygonal; Immission of Possession; Geodetic Systems, Georeferencing.

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Siglas dos métodos de posicionamento | 36 |
| Quadro 2 – Siglas dos tipos de marcos | 37 |
| Quadro 3 – Métodos de Posicionamento, Precisão Posicional Absoluta e Acurácia Posicional Relativa exigidos para cada tipo de Marco | 37 |
| Quadro 4 – Apresentação das Vantagens e Desvantagens de cada método..... | 59 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Bases para os valores de precisão absoluta..... | 34 |
| Figura 2 – Poligonais confrontante e marcos de apoio básico, marcos delimitadores e marcos indicativos implantados..... | 39 |
| Figura 3 – Exemplo de Monografia | 41 |
| Figura 4 – Exemplo de implantação dos Marcos Delimitadores | 42 |
| Figura 5 – Implantação de marcos nos vértices localizados próximos aos limites de lavras | 43 |
| Figura 6 - Modelo de marco de concreto ou sintético com seção quadrada | 45 |
| Figura 7 – Detalhe do marco de apoio básico com proteção de concreto (vista lateral) | 46 |
| Figura 8 – Vista de cima do marco de apoio básico e proteção de concreto | 46 |
| Figura 9 – Etapas para referenciar marco de apoio básico | 48 |
| Figura 10 – Modelo de plaqueta de identificação de marcos | 48 |
| Figura 11 – Receptor GNSS RTK – modelo Hiper V | 62 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.2 Problema de pesquisa | 15 |
| 1.3 Objetivos | 16 |
| 1.3.1 Objetivo geral | 16 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 16 |
| 1.4 Justificativa | 16 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 Conceitos preliminares | 18 |
| 2.2 A Mineração e suas características especiais | 21 |
| 2.2.1 Rigidez locacional..... | 22 |
| 2.2.2 Alto investimento com alto risco e longo prazo de maturação..... | 23 |
| 2.2.3 A atividade mineral é de utilidade pública | 25 |
| 2.3 Principais termos e conceitos relacionados ao Memorial Descritivo | 27 |
| 2.4 Legislação pertinente | 29 |
| 2.5 A importância e exigência da poligonal | 32 |
| 2.6 Bases para o georreferenciamento de áreas de exploração mineral | 33 |
| 2.7 Sistema geodésico de referência e métodos de posicionamento para implantação de marcos | 36 |
| 2.8 Implantação dos Marcos de Apoio Imediato (MAI) e Implantação dos Marcos Delimitadores (MD)..... | 38 |
| 2.9 Implantação de Marcos Indicativos (MI) | 39 |
| 2.10 Critérios para implantação dos marcos | 40 |
| 2.11 Conferência das Coordenadas dos Marcos Delimitadores | 44 |
| 2.12 Marcos e plaquetas de identificação | 44 |
| 3 METODOLOGIA | 50 |
| 3.1 Principais tipos de pesquisas | 50 |
| 3.1.1 Classificação quanto aos fins | 50 |
| 3.1.2 Classificações quanto aos meios | 51 |
| 3.2 Universo de pesquisa e amostra | 52 |
| 3.3 Forma de coleta e análise de dados..... | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4 Limitações de pesquisa | 55 |
| 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 56 |
| 4.1 Apresentação dos Métodos de determinação das coordenadas | 56 |
| 4.2 Comparação dos Métodos..... | 59 |
| 4.3 Método mais Adequado..... | 62 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 63 |
| REFERÊNCIAS..... | 66 |
| APENDICE A | 71 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ainda convive com diversos casos de divergências cartográficas, mesmo diante de modernos instrumentos e métodos de posicionamento geodésicos. Os legisladores no período da definição da forma de demarcação dos limites das áreas de exploração mineral não contavam com a responsabilidade legal de discernir a posição geográfica destas áreas. Além disso, lançaram mão de uma linguagem coloquial de baixa precisão para delimitação destas áreas.

O desenvolvimento das atividades de exploração mineral exige que o minerador para obter o direito concedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM seja pessoa física ou jurídica. O referido direito é concedido para uma determinada área definida em um memorial descritivo, enquanto o sistema de georreferenciamento já convencionado pelo DNPM consiste em um conjunto de coordenadas e vetores que tem o objetivo de definir de forma única a localização de uma determinada área requerida ou concedida (COSTA; LIMA, 2005).

O Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, também responde pela manutenção de um banco de dados, em que a totalidade de direitos minerária concedidos no território nacional estão dispostos e também disponibiliza publicamente em seu portal institucional, através de um sistema desenvolvido especificamente para consultas feitas na internet. Todas as informações acerca de um processo de concessão encontram-se disponíveis considerando também o seu memorial descritivo.

Ocorre que existem expressivas dificuldades no sentido de integrar tais dados um projeto denominado SIG - Sistema de Informação Geográfica. São entraves percebidos, dentre outros meios, no próprio descuido dos profissionais que utilizam o referido sistema para tratar os parâmetros dos sistemas de coordenadas geográficas e também a ausência no critério do próprio processo de traçar a poligonal ativa nos ambientes CAD, tem se notado um desrespeito às regras de projeção cartográfica e também em métodos pouco ajustados e utilizados no

instante que se faz o levantamento em campo que frequentemente causam divergências entre mineradores e o órgão.

Entretanto, é preciso considerar os advenços proporcionados pela tecnologia, disponibilizando ferramentas de geoprocessamento que fazem uso de imagens de satélite, Laser Scanner, aerolevantamentos, além da geodésia com o emprego da técnica Global Navigation Satellite System - GNSS, fornecendo produtos cartográficos precisos e que podem ser amplamente utilizados na definição das áreas objetos da atividade mineral.

Em vista da necessidade de atender as solicitações de determinações de coordenadas do ponto de amarração - PA, e também a locação dos limites da poligonal referente ao direito minerário a empresa Geo Mineração do Brasil Ltda.¹, propôs a utilização da técnica de Global Navigation Satellite System – GNSS, (Sistema de Navegação Por Satélites), considerando que a mesma é mais rápida, traz precisões posicionais que atendem ao órgão regulamentador e que reduz custos em relação ao método Convencional, viabilizando o uso desta técnica, anteriormente estes limites foram definidos com baixa precisão, a partir de cartas topográficas causando um deslocamento da posição geográfica destas áreas.

1.2. Problema de Pesquisa

Qual é o método de locação e determinação das coordenadas geodésicas mais adequado para correção das poligonais de direito minerário para a empresa Geo Mineração do Brasil Ltda.?

¹ Nome fictício conforme pedido de sigilo da empresa

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Identificar o método de locação e determinação das coordenadas geodésicas mais adequado para correção das poligonais de direito minerário para uma empresa de consultoria em Mineração.

1.3.2 Objetivos específicos

- Apresentar os métodos existentes e aceitos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral.
- Comparar os métodos apresentados.
- Identificar e justificar o método mais adequado de acordo com o objetivo proposto.

1.4 Justificativa

A problemática vivenciada na constatação de divergências nas áreas considerando os pontos de amarração e os métodos de georreferenciamento demonstra a necessidade do desenvolvimento de estudo, que exijam providências das autoridades para financiamento e incentivo da cartografia nacional, essencial para o desenvolvimento de um país, permitindo, assim, um planejamento eficaz.

Ao meio ambiente, esta pesquisa poderá contribuir de forma positiva no sentido de evitar desmatamentos de áreas que não estejam autorizadas a serem exploradas, e também impactos diretos e indiretos que afetam a fauna e flora localizadas nestas áreas de exploração mineral.

Quando se demarca de forma errônea os limites de uma poligonal, principalmente nas áreas onde existe a necessidade de supressão de vegetação nativa, o impacto ambiental causado em muitos dos casos leva-se anos a ser recuperado.

Para a sociedade, a importância deste estudo é que se tenha produtos oriundos da atividade de exploração mineral que respeite os limites estabelecidos e concedidos pelos órgãos competentes tanto o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, como também dos órgãos de controle ambientais como Instituto Estadual de Floresta – IEF, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

Para os futuros Engenheiros Agrimensores, a importância deste estudo, vem os ajudar discernir de forma bastante clara os métodos de locação e determinação de coordenadas de pontos de amarração – PA e também das poligonais referentes ao direito minerário que hoje são aceitos pelo órgão regulamentador. Auxiliar a consolidar as novas tecnologias e técnicas de posicionamento do sistema GNSS (Global Navigation Satellite System), que hoje são utilizadas frequentemente pelo Engenheiro Agrimensor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos preliminares

Um dos conceitos básicos nessa pesquisa é o do mineral, e este é definido como uma massa formada geralmente por processos inorgânicos e de composição química predominantemente definida, encontrada de forma natural na superfície da Terra e quase sempre sólida. Vale mencionar que alguns autores consideram a água mineral e o mercúrio minerais que se encontram em estado líquido à temperatura ambiente. Mas, de fato, o minério é considerado o mineral ou associação de minerais que são ou podem ser aproveitados economicamente (FREIRE, 2010).

Para o Serviço Geológico do Brasil CRPM-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2007), mineral “é um sólido natural, inorgânico, homogêneo, de composição química definida, com estrutura cristalina. Rocha é um agregado natural de minerais (geralmente dois ou mais), em proporções definidas e que ocorre em uma extensão considerável”.

Segundo o DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral (2010) diz que minério, é um mineral ou uma associação de minerais (rocha) que pode ser explorado economicamente. Assim, um mineral pode, durante determinada época e em função de circunstâncias culturais, “tornar-se um minério, podendo em seguida, desde que substituído por outros produtos naturais ou sintéticos, perder a sua importância econômica e voltar a ser um simples mineral”.

O Ministério de Minas e Energia, MME (2009), diz que:

O conceito de minério está ligado a conceito econômico de um bem cujo valor comercial supera todos os custos diretos e indiretos envolvidos em sua obtenção, ou seja, o processo de geração de valor ao longo da cadeia de mineração e transformação mineral deve gerar margem econômica para que um recurso mineral possa ser considerado minério. Partindo-se dessa conceituação, um produto mineral pode vir a se tornar “minério” ou deixar de ser “minério” à medida que sua cadeia de valor deixe de gerar margem econômica. A geração desta margem econômica está ligada a variação de

preços de comercialização e também a gestão de custos. A gestão de custos está ligada a eficiência dos processos, a desenvolvimento de tecnologias, a custos de insumos e a tributação da atividade.

Necessário também é trazer a definição de jazida, mina, lavra. Sendo assim, tem-se resumidamente que o depósito mineral é conhecido como jazida e quando ele é explorado é chamado de mina e a exploração da mina que é chamada de lavra (MACÊDO *et al*, 2001).

Separando as definições, o Serviço Geológico do Brasil CRPM (2007) publicou que as jazidas minerais é toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil à superfície ou mesmo no interior da terra, em volume e teor que possibilitem seu aproveitamento em condições econômicas favoráveis. Já a Mina, é a jazida mineral em fase da lavra, abrangendo a própria jazida e as instalações de extração, beneficiamento e apoio. Comumente lavra é designada como sendo a técnica de extração do material.

Conforme Macêdo *et. al* (2001) a lavra pode ocorrer de diversas formas e quando a lavra ocorre em grande escala e com métodos modernos, geralmente é chamada de indústria extrativa mineral ou extração mecanizada. E nas palavras do autor tem-se que:

A seleção do método de lavra é um dos principais elementos em qualquer análise econômica de uma mina e sua escolha permite o desenvolvimento da operação. Numa etapa de maior detalhe, pode constituir-se como fator preponderante para uma resposta positiva do projeto. A seleção imprópria tem efeitos negativos na viabilidade da mina (MACÊDO *et. al*, 2001).

Já a mineração, segundo o DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral (2010), em geral pode ser definida como a “extração de minerais existentes nas rochas e/ou no solo. Trata-se de uma atividade de natureza fundamentalmente econômica que também é referida, num sentido lato, como indústria extrativa mineral ou indústria de produtos minerais”. E explica que segundo a classificação internacional adotada pela ONU, tem-se que a mineração segundo DNPM (2010) a “extração, elaboração e beneficiamento de minerais que se encontram em estado

natural: sólido, como o carvão e outros; líquido, como o petróleo bruto; e gasoso, como o gás natural”.

Com esta aceção mais ampla, inclui a exploração das minas subterrâneas e de superfície - a céu aberto - as pedreiras e os poços, contemplando conceitua o DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral (2010) que “todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios em geral, na condição de torná-los comercializáveis, sem provocar alteração, em caráter irreversível, na sua condição primária”.

No que diz respeito ao solo segundo o Ministério de Minas e Energia - MME (2009) tem-se que este é o resultado da ação conjunta de agentes externos (como chuva, vento, umidade etc.) sobre restos minerais enriquecidos com matéria orgânica ou pode se tratar também de minerais não consolidados. O solo pode ser também compreendido como consequência da ação do tempo, dos vegetais e animais, do clima e da topografia sobre o material do subsolo (rocha).

O subsolo é diferenciado por Freire (2010) como sendo o subsolo “a parte inferior do solo” e no Código de Mineração, porém, o subsolo é concebido como camadas geológicas mineralizadas, superficiais ou não, contendo minerais com utilidade econômica. Freire (2010) afirma “o subsolo só interessa ao mundo jurídico quando tem potencial (como nos casos em que está onerado com Requerimento de Direito Minerário) ou efetivo valor econômico ou científico. Caso contrário, foge à proteção do Código de Mineração”.

Com algumas terminologias explicadas nesse capítulo, faz-se necessária a abordagem da mineração sob comento das suas características especiais que determina o local onde a atividade extrativa mineral se dará. É dessa forma que o país se vê em um momento em que se terá que desenvolver técnicas para tornar o projeto minerário viável do ponto de vista econômico e principalmente ambiental (Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, 2013) .

2.1 A Mineração e suas características especiais

Como visto no tópico acima a mineração refere-se à atividade destinada a pesquisar, descobrir e transformar os recursos minerais em benefícios econômicos e sociais. E sendo assim, esta possui características que a diferenciam das demais atividades produtivas importantes de serem tratadas na aplicação do Direito Minerário. Considerando que a mineração, especialmente nas suas primeiras etapas, é uma atividade econômica singular e diferente das demais, também está sujeita a diversos fatores que dão à atividade mineral características especiais (DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral, 2013).

Para a Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGF), baseado nessas características é que se deve compreender como o país tem se posicionado diante da atividade extrativa mineral, com projetos que focam a modernização administrativa e tecnológica.

Trata-se de um processo contínuo que tem objetivado propiciar a agilidade, transparência e segurança jurídica no que tange à atividade. O Brasil segue estimulando a atração de investimentos em pesquisa mineral, à descoberta de novas jazidas e na criação de condições para que ocorram investimentos produtivos na mineração (LIMA, 2005).

Tais investimentos são tidos como fundamentais para o aumento do produto mineral bruto, em particular do PIB mineral, para garantir a o suprimento de matéria-prima mineral para a indústria e assim fortalecer o setor mineral brasileiro por meio de um crescimento sustentável. Muitas das iniciativas políticas, econômicas e jurídicas vão de encontro às características especiais da mineração, a seguir são abordados os aspectos mais importantes de cada uma delas (MME, 2007).

2.2.1 Rigidez locacional

A rigidez locacional é uma das mais importantes características da mineração, por meio dela é possível inclusive, visualizar os depósitos minerais. É o elemento que retrata a riqueza mineral de algumas regiões e também a carência de minérios em outros como dito por Lima (2005). Importante mencionar que o Brasil está entre os maiores detentores de bens minerais do mundo, e que uma grande quantidade destes minerais está sendo explorada industrialmente em várias partes de seu território (LIMA, 2005).

No que diz respeito ao minério e sua localização Scliar (1996, p. 35) afirma:

[...] uma conjugação de fatores físicos, químicos e geológicos permitiu seu acúmulo em tal quantidade e teor que podem ser economicamente extraídos. Essa localização exclusiva e privilegiada dos bens minerais em alguns locais da crosta terrestre é chamada rigidez locacional.

A rigidez locacional significa que o empreendedor não tem liberdade para escolher o local onde pretende exercer sua atividade produtiva, tal fato se deve a premissa de que as minas devem ser lavradas no seu local de origem natural. Sendo assim, o direito brasileiro fez com que fossem necessários dispositivos regulatórios especiais para a mineração. E é importante que a sociedade como um todo, dependente dos bens minerais, deve propiciar condições para seu desenvolvimento. Portanto, o empreendedor não escolhe a comunidade, o ambiente político, o ambiente geográfico onde deseja se instalar (FREIRE, 2009).

Lima (2005) explica ainda que muito em função da rigidez locacional, para explorar as riquezas minerais no Brasil, foram criadas, ao longo do tempo, grupos e empresas cuja existência se dá somente para tal finalidade. Como se trata de uma atividade que requer grandes investimentos em tecnologia, mas que oferece retorno garantido, visto que são explorados os minerais que o mercado mundial mais demanda, foi preciso regular exploração mineral para que fosse possível um maior controle do enriquecimento de grupos empresariais mundiais e para controlar o território.

A mineração é considerada um dos setores básicos da economia, porque dela decorrem inúmeras outras atividades. No entanto, em virtude da rigidez locacional, o minerador está obrigado a minerar onde há a ocorrência do mineral. (...) A atividade mineira tem como característica primordial a rigidez locacional, obrigando o minerador a lavrar exatamente no local onde a natureza a colocou a substância a ser minerada. (Annibelli, 2008)

Freire (2009) cita como exemplo a atividade mineral em Áreas de Preservação Permanente, onde nenhum minerador, por vontade própria, pode ter uma jazida nesse espaço territorial ambientalmente protegido. “Não é difícil perceber, portanto, que há necessidade de regras especiais para a atividade mineral, criando condições para transformar o recurso mineral em riqueza”.

2.2.2 Alto investimento com alto risco e longo prazo de maturação

É importante mencionar que a atividade mineral tem como outra especial característica - o alto volume de investimentos, longo prazo de maturação e alto risco. De certo, para serem exploradas, as riquezas minerais no Brasil foram criadas no decorrer do tempo, grupos e empresas que visavam tal atividade.

É uma atividade que requer grandes investimentos em tecnologia, mas de retorno garantido, pois são explorados os minerais que o mercado mundial necessita no momento, ou seja, ela acompanha as tendências e transformações do sistema capitalista de produção. A regular exploração mineral por grupos empresariais mundiais tem contribuído para seu enriquecimento e controle do território em várias partes do mundo. (...) A indústria de exploração mineral, pela sua grandiosidade requer diversos investimentos desde a pesquisa, viabilidade econômica, tecnologia adequada e o capital a ser investido e ainda o tipo, a qualidade e quantidade do minério a ser explorado. Por isso, são instaladas em locais de grande ocorrência mineral independentemente de sua localização em relação à mão-de-obra e ao mercado consumidor, pois a matéria-prima, o minério, não é uma produção ou criação humana e sim uma riqueza natural formada, ao longo do tempo geológico, que pode chegar a milhões de anos. (LIMA, 2005)

Freire (2009) assinala que do Requerimento de Pesquisa até a Portaria de Lavra, num projeto médio, “há um intervalo de dez anos com fluxo de caixa negativo. Para projetos maiores, o prazo de fluxo de caixa negativo até a Portaria de Lavra chega

há quinze anos. De cada cem Requerimentos de Pesquisa, cerca de três se transformam em minas”.

Com tais dados, o autor acima explica que o risco do negócio no Brasil é maior em decorrência da inconsistência dos dados que a União fornece. As informações sobre a geologia básica, que “proporcione dados essenciais para o ponto de partida dos investimentos em mineração”.

A mineração brasileira possui informações confiáveis somente no tocante ao ferro, as outras riquezas minerais são pouco exploradas e pesquisadas – portanto, são desconhecidas no Brasil e no exterior. E para não continuar em um estágio que o autor considera como “de lento progresso”, tem-se a necessidade de:

Crédito: Depósitos minerais uma vez descobertos são desenvolvidos de acordo com plano de aproveitamento econômico/ambiental/social aprovado pelo DNPM. Os recursos para implantação da mina e planta de beneficiamento e infraestrutura são oriundos de capital próprio da empresa, participação acionária de terceiros ou financiamento de médio ou longo prazo, provindos do BNDES, bancos regionais ou internacionais. A este empréstimo são exigidas garantias reais ou caso o projeto atenda critérios específicos, a garantia pode ser o próprio direito minerário, o depósito mineral e as instalações. Em situações especiais o banco pode optar em deter uma pequena participação acionária.

Capital de Risco: No Canadá, líder em investimento de risco, as empresas levantam recursos para exploração mineral na Bolsa de Valores aonde o investidor ou fundos de investimento têm incentivos fiscais, o “flow through shares”. No Brasil, não existe capital de risco para exploração e pesquisa oriundos da Bolsa de Valores. Os motivos são vários, desde ausência de poupança de risco, cultural e principalmente pela falta de incentivos e regulamentação que protejam o investidor e o minerador. No Brasil o capital de risco disponível para descobertas minerais não deve chegar a US\$120M por ano, e é oriundo de reinvestimento de empresas locais ou captação estrangeira. (Reis, 2003)

Nesse contexto, fica claro a necessidade da existência de se criarem formas de atração de investimentos, seja por meio de incentivos fiscais ou estruturas jurídicas que minimizem o risco do empreendimento. Para Freire (2009) “o modelo constitucional brasileiro é bastante interessante e conveniente para a União. A União detém o domínio dos recursos e das jazidas minerais, assegurando o seu controle estratégico”. Porém, é notório segundo Freire (2009), que “todo o investimento e risco são privados. Daí a necessidade de criarem-se leis minerárias, ambientais e

tributárias que estimulem os investimentos e deem segurança para os empreendedores”.

Assim, pode-se afirmar que o minerador que se dispõe investir e arriscar se dispõe também, colaborar de forma privilegiada com a União, devido ao risco, do vulto e do longo prazo de maturação dos investimentos. O minerador é dado como colaborador privilegiado do Estado e assume condição de opinião para especialistas de outros países mineiros. Desta forma, o minerador dificilmente investiria milhões de dólares caso o Direito Minerário “tivesse como base atos administrativos com características de insegurança, discricionariedade ou precariedade”.

2.2.3 A atividade mineral é de utilidade pública

Uma das relentes característica da mineração é ser considerada uma atividade de utilidade pública. Isto porque, no Brasil, a propriedade dos recursos minerais pertence à União Federal e a diferença entre a atividade e propriedade permite que o domínio do resultado da lavra das jazidas de minerais possa ser atribuído a terceiros pela União Federal. (NETO, 2010)

Porém é preciso considerar que embora a atividade de extração mineral não é uma atividade de prestação de serviço público conforme explica Neto (2010), “ a atividade de lavra no Brasil está inserida nos serviços de utilidade pública como também é o aproveitamento das águas e da energia hidráulica”, o autor considera que algumas dúvidas surgem em decorrência da leitura apressada dos artigos 175 e 176 da Constituição Federal de 1988 que são decorrência da interpretação equivocada dos dois dispositivos. Os referidos dispositivos dispõem:

Art. 175 - Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

Parágrafo único - A lei disporá sobre:

I - O regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão;

II - Os direitos dos usuários;

III - política tarifária;

IV - A obrigação de manter serviço adequado.

Art. 176. As jazidas, em lavra ou não e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

A interpretação distorcida da extração de lavra é uma atividade de prestação de serviço público e está relacionada no artigo 176 da CF/1988, já o artigo 175 do mesmo diploma legal e seus incisos estabelecem diretrizes sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos regulado pela Lei Federal 8.987/1995. Assim, o artigo 176 da CF/1988 trata sobre o aproveitamento das jazidas minerais, está logo após o artigo 175 e seus incisos, que tratam sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos; tal fato contribui para o equívoco e um conflito entre os institutos e acaba por incitar uma interpretação conjunta dos dois dispositivos.

Neto (2010) afirma que não se pode misturar os institutos e que na verdade, “a atividade de lavra a qual alude o artigo 176 da Constituição Federal é inexoravelmente uma atividade de utilidade pública e não uma prestação de serviço público. A letra “f” do artigo 5º do Decreto Lei 3.365, de 21 de junho de 1941, dispõe nesse sentido, tal como se pode ver:

“Art. 5o Consideram-se casos de utilidade pública: f) o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica”

Por sua vez, para que o empreendedor que atua na atividade de lavra possa extrair o minério da jazida, faz-se necessário obter um título denominado de concessão de lavra concedido pelo ministro de Minas e Energia após o empreendedor obedecer a um vasto procedimento legal e requisitos pré-determinados pelo Código de Mineração (Decreto Lei 227) e seu Regulamento (Decreto 62.934/6). Já na concessão de serviços públicos, o concessionário deverá obedecer aos ditames impostos pela Lei Federal 8.987/1995, finalizando no firmamento de contrato administrativo com a Administração Pública.

Em conclusão, a atividade de lavra no Brasil mencionado no artigo 176 da Constituição Federal está inserida nos serviços de utilidade pública nos termos da letra “f” do artigo 5º do Decreto Lei 3.365, de 21 de junho de 1941, não se confundindo, portanto, com as atividades de prestação de serviço público disposto no artigo 175 da Constituição Federal e regulado pela Lei Federal 8.987/1995.

2.3 Principais termos e conceitos relacionados ao memorial descritivo

Considerando os principais aspectos e conceitos pertinentes a temática de estudo acadêmico consideram-se, nesta seção, as definições existentes na literatura, mesmo não sendo os oficiais, mas apresentando relevância para o contexto deste estudo, as que tratam da geometria; da estrutura dos dados; e das considerações necessárias ao universo minerador.

Costa (2000) menciona o memorial descritivo esclarecendo que, sob a ótica geométrica, trata-se de um conjunto organizado de vetores que configuram as arestas da poligonal. Desta maneira, define uma forma, um vetor de amarração a mais, que acaba determinando a localização da poligonal no espaço geográfico. Sob uma visão relacionada a campo, trata-se de um ponto de amarração aquilo que é entendido como uma direção, uma distância inicial considerando também uma sequência distância- rumbo.

No tocante à poligonal, Bueno (2005) explica que se refere ao espaço geográfico que é delimitado no memorial descritivo. Trata-se de um entendimento em que o polígono propriamente dito, tem a sua representação dada em um mapa ou ambiente SIG. O autor explica que toda poligonal, bem como todo o memorial descritivo se relaciona a um processo único. O referido processo conta com critérios alfanuméricos diversos, como nome do requerente; bem mineral de pesquisa; data de pedido entre outros.

Conforme Silveira (2005) explica, desta maneira, todos os atributos se relacionam com a poligonal; sendo quase sempre indicado a visualização das informações

quando a poligonal é delimitada de forma visual. Mesmo o termo poligonal apresentando um significado mais limitado da geometria, muitas vezes relacionada à uma linha aberta, o DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral entrega a palavra poligonal ativa, fazendo referência ao polígono como ideia de linha fechada, definido pelo memorial descritivo.

Outro termo importante para o tema proposto neste trabalho refere-se ao chamado “overlay”, que na opinião de Costa e Lima (2005), refere-se a uma inversão da totalidade das poligonais exigidas de uma determinada região em um meio analógico. Através do overlay é possível consolidar os polígonos dos processos georreferenciados em um dado mapa, fazendo com que o mesmo fique disponível para que os mineradores interessados possam realizar suas consultas, verificações e análises espaciais tradicionais nas chamadas mesas de luz.

Rocha (2003) cita o *overlay* podendo ser obtido através de instrumentos analógicos que é o papel, nos escritórios do DNPM, o mesmo ser extraído do site em diferentes formatos tais como CAD ou Shap file. Ou ainda, ter a sua impressão através do programa títulos minerários como será definido adiante. O autor explica que em geral, apresentam uma extensão territorial com equivalência a uma carta CIM: 1:1000.000. Isto é, aproximadamente 55 por 55 km além de também ser apresentada em formatos distintos com maior custo sendo pouco utilizados.

Dando continuidade aos conceitos preliminares, Mônico (2000) menciona a ideia trazida pelos títulos minerários referindo-se a um software desenvolvido pelo DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral com vistas a servir como sistema operacional MS-DOS, em que se tem o objetivo de conduzir até o escritório do minerador a totalidade dos dados.

Um minerador para adquirir o software uma única vez, atualizando a sua base de dados de forma regular, e, desta maneira, qualquer consulta pode ser feita a qualquer instante por meio de computadores pertencentes ao minerador. Trata-se de um recurso amplamente utilizado em razão da própria facilidade que a internet

propicia. Considerando esta a solução melhor aceita pelos usuários das informações minerárias, vale dizer ainda que, os títulos minerários passam por constante atualização (COSTA ; FORTES, 2000).

2.4 Legislação pertinente

Costa e Lima (2005), explicam que a legislação mineral deixa claro que, qualquer uma conta com o direito de exploração do subsolo, isso porque considera que ninguém tem a propriedade do subsolo do território nacional. Ou seja, o subsolo de todo o território nacional é de propriedade da união e, para se ter direito de explorar os recursos minerais deste subsolo, o cidadão precisa requerer a concessão, o direito é concedido, a priori, para qualquer pessoa que comprove ter condições de explorar o recurso mineral observando entre outros aspectos os seguintes:

- Ordem de chegada - aquele que protocolo pedido primeiro terá prioridade sobre os demais
- Área requerida para exploração de marcada em relação à superfície porém sem qualquer relação com as propriedades da superfície - a referida área pode interceptar uma ou mais propriedade sendo de responsabilidade do minerador a negociação com o dono da superfície.
- Área requerida a interceptação unidades de conservação - o processo fica sujeito a regulamentos especiais
- Área situada na faixa de Fronteira - Concessão de Lavra fica sujeita aos critérios e condições estabelecidos na legislação

Silveira (2005) explica que, para requerer o direito, o interessado necessita entre outros aspectos, apresentar um projeto de pesquisa indicando um geólogo que seja responsável e também especificando a localização e limites da área de interesse. Para tanto é necessário o preenchimento de um formulário específico considerando os campos que indiquem as coordenadas do ponto de amarração, rumo, a distância do primeiro vértice e listagem dos demais vértices indicando rumo e distância dos mesmos.

Como se esclarece que podem ser encontradas diferentes definições e critérios de exigências para requerer uma poligonal como mostra o artigo 16 do Capítulo 2 do Código de Mineração que estabelece:

Art. 16 - A autorização de pesquisa será pleiteada em requerimento dirigido ao Diretor-Geral do D.N.P.M., entregue mediante recibo no Protocolo do D.N.P.M., onde será mecanicamente numerado e registrado, devendo ser apresentado em duas vias e conter os seguintes elementos de instrução:

I - Nome, indicação da nacionalidade, do estado civil, da profissão, do domicílio, e do número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas do Ministério da Fazenda do requerente, pessoa natural. Em se tratando de pessoa jurídica, razão social, número do registro de seus atos constitutivos no Órgão de Registro de Comércio competente, endereço e número de inscrição no Cadastro Geral dos Contribuintes do Ministério da Fazenda;

II - Prova de recolhimento dos respectivos emolumentos;

III - designação das substâncias a pesquisar;

IV - Indicação da extensão superficial da área objetivada, em hectares, e do Município e Estado em que se situa;

V - Memorial descritivo da área pretendida, nos termos a serem definidos em portaria do Diretor-Geral do D.N.P.M.;

VI - Planta de situação, cuja configuração e elementos de informação serão estabelecidos em portaria do Diretor-Geral do D.N.P.M.;

VII - plano dos trabalhos de pesquisa, acompanhado do orçamento e cronograma previstos para a sua execução;

Em relação ao que determina a Portaria nº 15, dia 13 de janeiro de 97, publicada no Diário Oficial da União em 15 de janeiro de 97, tem-se os seguintes critérios relacionados ao memorial descritivo e também a planta de situação em que pode ser extraído o seguinte trecho:

I - O memorial descritivo de que trata o inciso V, do artigo 16 do Código de Mineração, deverá ser apresentado em modelo de formulário aprovado pelo DNPM e conter a descrição da área pretendida delimitada por uma única poligonal, formada obrigatoriamente por segmentos de retas com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros com um dos seus vértices amarrado a um ponto definido por coordenadas geográficas e os seus lados por comprimentos e rumos verdadeiros, e servirá como fonte exclusiva para a locação da área objeto do requerimento.

I.1 - As áreas deverão ser, preferencialmente, amarradas a pontos reconhecidos cartograficamente pelo DNPM, os quais estarão disponíveis nas Unidades

Regionais, em suas áreas de competência, ou na Sede desta Autarquia.

II - A planta de situação de que trata o inciso VI, do artigo 16 do Código de Mineração deverá ser apresentada em escala adequada e conter, além da configuração gráfica da área, os principais elementos cartográficos.

Em relação ao que determina o artigo 38 do capítulo 3 do Código de Mineração, quando se tem o requerimento de uma determinada área, o interessado ou precisa apresentar entre outros documentos e comprovações, a definição gráfica da área pretendida:

Art. 38 - O requerimento de autorização de lavra será dirigido ao Ministro de Minas e Energia, pelo titular da autorização de pesquisa, ou seu sucessor, e deverá ser instruído com os seguintes elementos de informação e prova:

- I - Certidão de registro no Departamento Nacional de Registro do Comércio, da entidade constituída;
 - II - Designação das substâncias minerais a lavrar, com indicação do Alvará de Pesquisa outorgado, e de aprovação do respectivo Relatório;
 - III - denominação e descrição da localização do campo pretendido para a lavra, relacionando-o, com precisão e clareza, aos vales dos rios ou córregos, constantes de mapas ou plantas de notória autenticidade e precisão, e estradas de ferro e rodovias, ou, ainda, a marcos naturais ou acidentes topográficos de inconfundível determinação; suas confrontações com autorização de pesquisa e concessões de lavra vizinhas, se as houver, e indicação do Distrito, Município, Comarca e Estado, e, ainda, nome e residência dos proprietários do solo ou posseiros;
 - IV - definição gráfica da área pretendida, delimitada por figura geométrica formada, obrigatoriamente, por segmentos de retas com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros, com 2 (dois) de seus vértices, ou excepcionalmente 1 (um), amarrados a ponto fixo e inconfundível do terreno, sendo os vetores de amarração definidos por seus comprimentos e rumos verdadeiros, e configuradas, ainda, as propriedades territoriais por ela interessadas, com os nomes dos respectivos superficiais, além de planta de situação;
 - V - Servidões de que deverá gozar a mina;
 - VI - Plano de aproveitamento econômico da jazida, com descrição das instalações de beneficiamento;
 - VII - prova de disponibilidade de fundos ou da existência de compromissos de financiamento, necessários para execução do plano de aproveitamento econômico e operação da mina.
- Parágrafo Único - Quando tiver por objeto área situada na faixa de fronteira, a concessão de lavra fica sujeita aos critérios e condições estabelecidas em lei.

Em relação ao que determina a Portaria do DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral, esta não traz nenhuma definição sobre outro termo também importante chamado Datum. Pereira de Lima e Philips (2004) explicam se tratar de um modelo de requerimento disposto em papel para o preenchimento e que o mesmo não possui campo para informação e, nem mesmo, menciona a referida

questão considerando somente que o ponto de amarração precisa ser em coordenadas geográficas.

Segundo Rocha (2003), existe um critério de exigência de indicação no requerimento do mapa base empregado na obtenção da poligonal, entretanto a referida informação não é publicada no cadastro mineiro. Se for levado em consideração que no Brasil as cartas oficiais apresentam predominância as do tipo *data* Córrego Alegre como sendo as mais comuns, e também o chamado tipo SAD 69, em que se tem uma sobreposição da poligonal com cartas oficiais em que não se pode deixar de considerar uma imprecisão espacial, podendo alcançar uma diferença de até 40 metros na localização.

2.5 A importância e exigência da poligonal

Na realização de análise e tomada de decisões, Pereira e Augusto (2004) considera que o minerador necessita de ter no seu ambiente SIG, o memorial descritivo em um formato que ofereça condições de interação com outras informações geográficas. O autor explica se tratar da poligonal ou do polígono correspondente ao memorial descritivo, devendo ser demonstrado de alguma maneira na tela de um computador ou mesmo no mapa, por meio analógico.

Nesse sentido, Loch e Cordini (2000) complementam que se tem o contexto em que aparecem as questões pertinentes a divergências entre as partes interessadas na poligonal, no momento do levantamento de dados da área pretendida, para preenchimento do requerimento ou mesmo na conversão do memorial já requerido e concedido em poligonal. Ocorre que os interessados se deparam com um entrave de questões tais como a não exigência que o *Datum* tem como a especificação; não sabendo o que ser feito quando o SIG caso deste questionamento.

Ponto de amarração na opinião, de Silveira (2005) apresenta razoável facilidade no parâmetro de cálculos em uma carta na projeção UTM, entretanto o ângulo verdadeiro não segue a mesma linha de raciocínio. todo e qualquer rumo em um

determinado processo de requerimento ou mesmo de concessão precisa ser dado em ângulos verdadeiros.

2.6 Bases para o georreferenciamento de áreas de exploração mineral

Silva (2014); Silva e Santos (2016) explicam que as denominações de termos pertinentes à demarcação da poligonal minerária. Inicialmente, mencionam a “Locação de Coordenada” referindo-se à materialização de um determinado ponto no terreno, dado em razão de suas coordenadas geodésicas sendo conhecidas de forma prévia. Além disso, consideram importante o entendimento acerca da demarcação enquanto área de mineração em que se tem a ação de implantar no terreno, os marcos delimitadores dados pelas coordenadas geodésicas existentes no Título Minerário outorgado.

De acordo com Mônico (2012), é preciso se ater ao significado da chamada “Precisão Posicional Absoluta (PPA)” enquanto dispersão dos valores de coordenadas, de uma gama de observações, considerando um valor médio, vinculando-se somente aos erros aleatórios. O autor assinala que o desvio padrão, dado pelo símbolo σ , é empregado na quantificação da precisão das observações.

Complementam Silva e Oliveira (2012) que o resultado precisa ser escrito em metros como resultado das componentes planimétricas em X e Y tendo como referência o nível de confiança de 95,45% ($\pm 2\sigma$ da média, distribuição normal). Usa-se uma fórmula de cálculo da precisão dada como se vê na Equação 1:

Eq. 1

$$P = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}$$

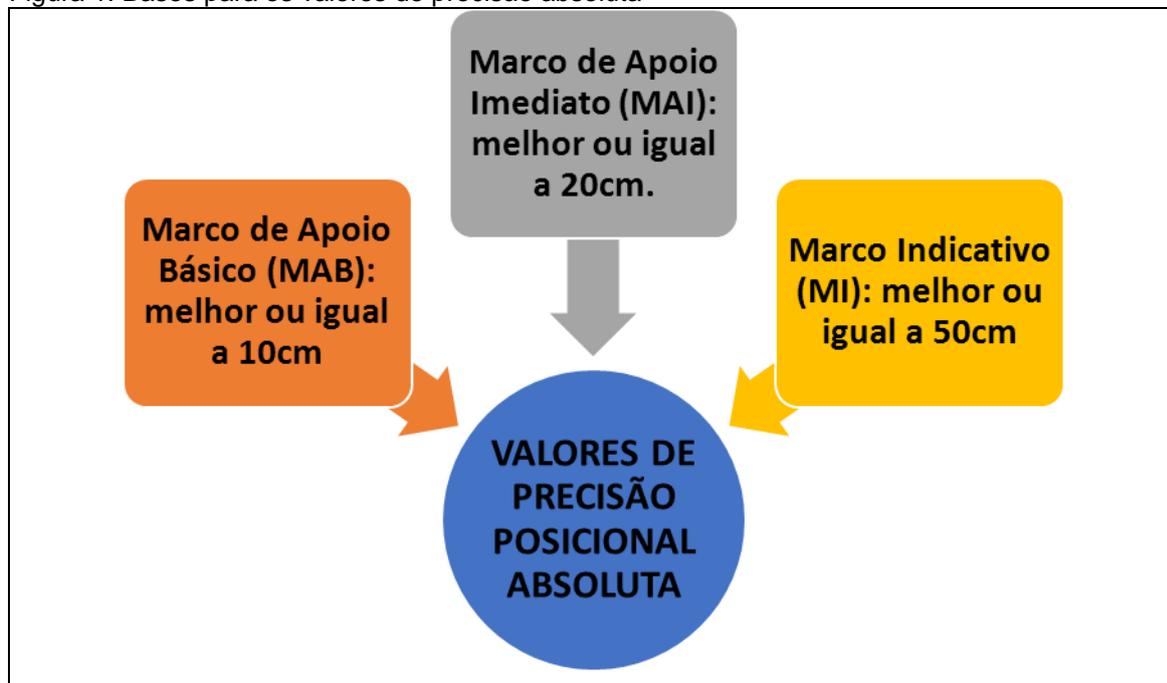
Onde: P = Precisão Posicional Absoluta em metros;

σ_x = Desvio padrão da componente “x”, em metros;

σ_y = Desvio padrão da componente “y”, em metros.

Ressalta Silva (2014) que é preciso respeitar, em relação aos marcos, os valores de precisão posicional absoluta dados na Figura 1:

Figura 1: Bases para os valores de precisão absoluta



Fonte: elaborado pelos autores com base em Silva (2014).

Nesta mesma linha de pensamento, Silva e Santos (2016) citam a importância da Acurácia Posicional Relativa (APR) referindo-se à proximidade do valor aferido de uma grandeza ao valor entendido como real ou de melhor qualidade. Assim sendo, o autor entende não apenas as falhas e erros aleatórios (precisão), mas também os sistemáticos (tendência). Considerando as coordenadas dos vértices das poligonais outorgadas pelo DNPM-Departamento Nacional de Produção Mineral, tem-se como valor verdadeiro da grandeza as coordenadas existentes no Título Minerário, que precisam ter correspondência àquelas que existentes no banco de dados do DNPM.

Segundo Mônico (2012), o resultado da acurácia posicional relativa precisa se dar de forma expressa em metros, considerando o resultado alcançado com a diferença das coordenadas geodésicas advindas da implantação dos marcos delimitadores, no que se refere às constantes no Título Minerário.

Pode-se ver na Equação 2, um exemplo de cálculo da acurácia posicional relativa.

$$A = \sqrt{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2 + (Z2 - Z1)^2}$$

Onde:

A = Acurácia Posicional Relativa em metros;

X1, Y1, Z1= Coordenadas cartesianas geocêntricas constantes no título autorizativo de lavra;

X2, Y2, Z2 = Coordenadas cartesianas geocêntricas provenientes dos marcos delimitadores

Como mencionam Silva e Santos (2016), os Marcos Delimitadores (MD) dizem respeito aos marcos implantados no terreno baseados nas coordenadas dos vértices da poligonal dada no Título Minerário, sendo obedecida a acurácia melhor ou igual a 50 cm. Sobre o chamado Marco de Apoio Básico (MAB), estes referem-se aos marcos empregados apoiados para a demarcação da área. Tais marcos, de acordo com Mônico (2012) e Silva e Santos (2016), os referidos marcos possibilitam a amarração do levantamento geodésico local ao Sistema Geodésico Brasileiro.

Tal como foi mencionado por Silva (2014), os chamados Marcos de Apoio Imediato (MAI) fazem referência aos marcos auxiliares, empregados como apoio dado na orientação a locação de vértices via Estação Total, em situações em que a demarcação dos vértices não pode ser realizada de forma direta através rastreadores GNSS (*Global Navigation Satellite System*).

Sobre os Marcos Indicativos (MI) Mônico (2012) explica se tratar de marcos implantados com o objetivo de indicar os vértices nos quais as coordenadas apresentam coincidências com locais inacessíveis, limitando a materialização dos Marcos Delimitadores e/ou na indicação dos limites à jusante e a montante de poligonais situadas em leitos de rio, com a definição da seção onerada pelo título minerário.

2.7 Sistema geodésico de referência e métodos de posicionamento para implantação de marcos

De acordo com Silva e Santos (2016), a totalidade das atividades pertinentes à levantamentos, demarcações, locações e pós-processamento precisam ser executados no novo sistema geodésico de referência oficial do Brasil, o Datum SIRGAS2000 (Sistemas de Referência Geocêntrico para as Américas). A referida determinação é também citada por Pimentel (2015) com o objetivo de assegurar a qualidade dos trabalhos geodésicos de precisão além de cumprir com o que determina a Portaria DNPM nº 76 de 10 de fevereiro de 2015, DOU de 10/02/2015, sendo determinado dispõe sobre a adoção do SIRGAS2000 pelo DNPM.

Pimentel (2015) analisa que, em razão do padrão de precisão posicional absoluta e acurácia posicional relativa de exigência, os diferentes métodos de posicionamento mostrados no Quadro 1, podendo ou não ter aplicação a determinado tipo de marco mostrado no Quadro 2.

Quadro 1 – Siglas dos métodos de posicionamento

| Sigla | Método de Posicionamento |
|--------------|---|
| PRE | Posicionamento Relativo Estático |
| PRER | Posicionamento Relativo Estático Rápido |
| RTKC | RTK Convencional |
| RTKR | RTK em Rede |
| PPP | Posicionamento por Ponto Preciso (IBGE) |
| P | Poligonação |
| T | Triangulateração |
| I | Irradiação |
| A | Alinhamento |

Fonte: DNPM, 2013.

Quadro 2 – Siglas dos tipos de marcos

| Sigla | Tipo de Marco |
|--------------|-------------------------|
| MAB | Marco de Apoio Básico |
| MAI | Marco de Apoio Imediato |
| MD | Marco Delimitador |
| MI | Marco Indicativo |

Fonte: DNPM, 2013.

Assim, tem-se a síntese dos métodos de posicionamento que precisam ser utilizados no levantamento de cada tipo de marco, podendo ser empregado ao longo da etapa de demarcação das áreas de mineração, tal como a precisão e a acurácia de exigência, com foco na melhor precisão possível para não causar prejuízos da acurácia mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Métodos de Posicionamento, Precisão Posicional Absoluta e Acurácia Posicional Relativa exigidos para cada tipo de Marco.

| Tipo de Marco | Método de Posicionamento | Precisão | Acurácia |
|----------------------|--|-----------------|-----------------|
| MAB | PRE, PPP, T | 10cm | - |
| MAI | PRE, PRER, PPP, P, T, I, A | 20cm | - |
| MD | RTKC, RTKR, P, I, A | - | 50cm |
| MI | PRE, PRER, RTKC, RTKR, PPP, P, T, I, A | 50cm | - |

Fonte: DNPM, 2013.

Importante observar que outros pormenores acerca das metodologias de posicionamento, mostrado no apende-se 1 disposto neste estudo.

Silva (2014) menciona a Implantação de Marcos de Apoio Básico (MAB) sendo empregado na demarcação da área devendo ser implantado 01 (um) ou mais Marcos de Apoio Básico posicionado(s) em local de acesso facilitado, com condições de rastreamento dos sinais GNSS, sendo observado os critérios expressos no Quadro 3.

Pimentel (2015) menciona que o referido marco precisa ser preservado tal como o direito minerário estiver em vigor. O especialista reforça que a implantação do MAB exige o uso de métodos tais como: Relativo Estático ou Triangulação mostrado no apêndice 1 desta pesquisa.

Considerando a situação de método Relativo Estático, o transporte de coordenadas precisa ser realizado a partir de duas ou mais Estações Geodésicas do tipo SAT/GPS ou RBMC que pertencem a SGB, com adequação dos dados pelo Método dos Mínimos Quadrados e PPA melhor ou igual a 10 cm. O autor analisa que, nos casos de levantamentos com linha de base maiores do que 101 km, os quais precisam de duas ou mais sessões de rastreamento, as coordenadas finais precisam ter o cálculo através da média aritmética simples.

2.8 Implantação dos Marcos de Apoio Imediato (MAI) e Implantação dos Marcos Delimitadores (MD)

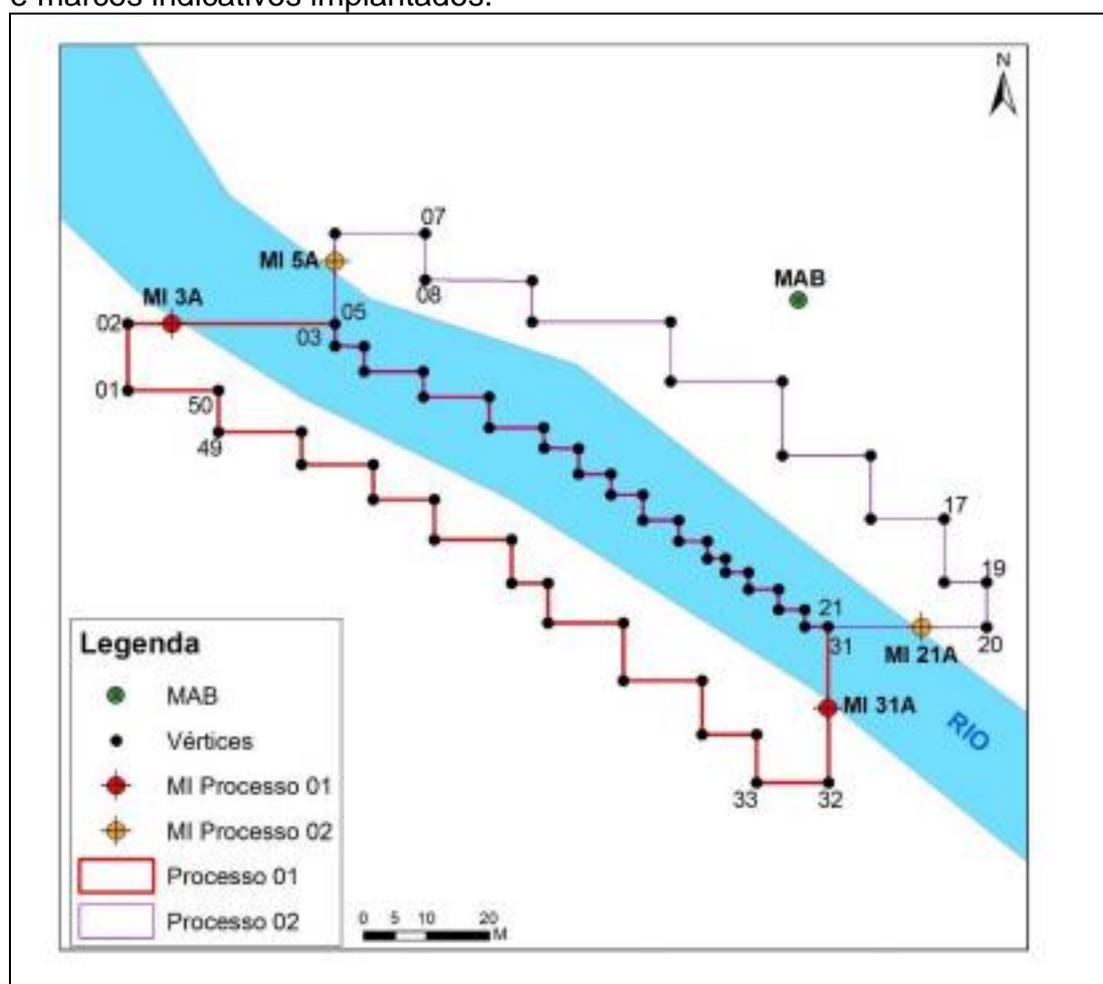
Assim como menciona Pimentel (2015), os chamados Marcos de Apoio Imediato são empregados para locações dos Marcos Delimitadores, em que se tem a necessidade do uso integrado das técnicas de posicionamento GNSS e Topografia Clássica também visto no apêndice 1. O autor aponta que a implantação dos marcos de apoio imediato, podem ser empregadas as técnicas de Posicionamento Relativo Estático, Estático Rápido, IBGE-PPP, Triangulação, Poligonização e Irradiação.

De acordo com Rodrigues (2016), a precisão exigida é melhor ou igual a 20cm, podendo ser definidos também a partir do(s) marco(s) de apoio básico. Já sobre a implantação dos chamados Marcos Delimitadores (MD) os mesmos referem-se à definição em campo os limites da poligonal autorizada, sendo observada a acurácia posicional melhor ou igual a 50 cm, no que diz respeito à respectiva coordenada existente no Título Minerário. As técnicas que podem ser empregadas segundo o autor são: RTK convencional; RTK em rede Irradiação; Alinhamento e Poligonização.

2.9 Implantação de Marcos Indicativos (MI)

Tal como assinala Pimentel (2015), os casos em que o local para implantação de determinado Marco Delimitador mostre-se inacessível, a título de exemplo, o leito de rio, lago, área de várzea, telhados de edificações, rodovias e acessos, praça de operações etc.), em que o vértice pode se dar por meio de um Marco Indicativo em outra posição, sendo o mais próximo possível do local de uma dada coordenada do vértice sendo materializado possibilitando a manutenção da preservação/conservação do marco tal como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Poligonais confrontante e marcos de apoio básico, marcos delimitadores e marcos indicativos implantados.



Fonte: DNPM, 2013.

Rodrigues (2016) explica que os marcos indicativos fazem referência aos limites a jusante e montante e, também, a vértices inacessíveis. Na referida condição, o responsável técnico precisa fundamentar-se numa justificativa técnica, subsidiando fatos que se desdobraram na inacessibilidade. O autor destaca que é preciso constar, também na justificativa técnica, as coordenadas do Marco Indicativo, o azimute geodésico (MI-MD) e a distância entre o MI e seu respectivo MD.

Complementa Silva (2014) que o referido marco auxiliar precisa de ter a identificação dada por plaqueta metálica, de acordo com o modelo mostrado na Figura 3, obedecendo a numeração sequencial de marcação do vértice em que se faz referência, somado de uma letra. Prioritariamente, o marco indicativo precisa ser implantado no alinhamento de dois vértices, isto é, seguindo a igual latitude ou longitude dos vértices anterior e posterior, sendo respeitada a acurácia posicional relativa de 50 cm em relação ao alinhamento dos vértices também visto na Figura 3.

2.10 Critérios para implantação dos marcos

Sobre a materialização dos vértices na área de mineração, Pimentel (2015) descreve que a mesma está condicionada a observação dos critérios a citar: Marco de Apoio Básico. O autor ressalta a obrigatoriedade da sua implantação. Existindo interesse no uso dos marcos de concreto das estações do SGB/IBGE como MAB, é preciso verificar, antecipadamente ao início o levantamento de campo se os mesmos não se encontram deslocados no que se refere à monografia do IBGE.

- i. Se as coordenadas da reocupação coincidirem com as coordenadas da monografia do IBGE (ou seja, acurácia ≤ 10 cm), deve-se utilizar as coordenadas da monografia.
- ii. Se as coordenadas da reocupação não coincidirem com as da monografia, deve-se descartar o uso dessa estação como MAB e confeccionar um novo marco para uso exclusivo como MAB.

Figura 3 – Exemplo de Monografia

| MONOGRAFIA DE MARCO DE APOIO BÁSICO– SIRGAS2000 (Época 2000.4) | | |
|---|---------------------------|------------------------|
| INFORMAÇÕES DO MARCO | | |
| Número do Marco | Data da Medição | |
| Tipo do Marco | Tempo de rastreio | |
| Inscrição da plaqueta | | |
| INFORMAÇÕES SOBRE A LOCALIZAÇÃO | | |
| Município | Estado | |
| Localidade | | |
| Observação (vias de acesso, pontos de referência etc.) | | |
| COORDENADAS GEODÉSICAS | | |
| Latitude | Sigma Lat. (m) | |
| Longitude | Sigma Long. (m) | |
| Alt. Elipsoid. | Sigma Alt. Elips. (m) | |
| INFORMAÇÕES DO RECEPTOR GNSS | | |
| Fabricante | S/N do receptor | |
| Modelo | Modelo da Antena | |
| Portadoras | Altura da Antena [m] | |
| CROQUI DE LOCALIZAÇÃO | | FOTO |
| | | |
| OPERADOR | DATA PROCESSAMENTO | DATA MONOGRAFIA |
| | | |

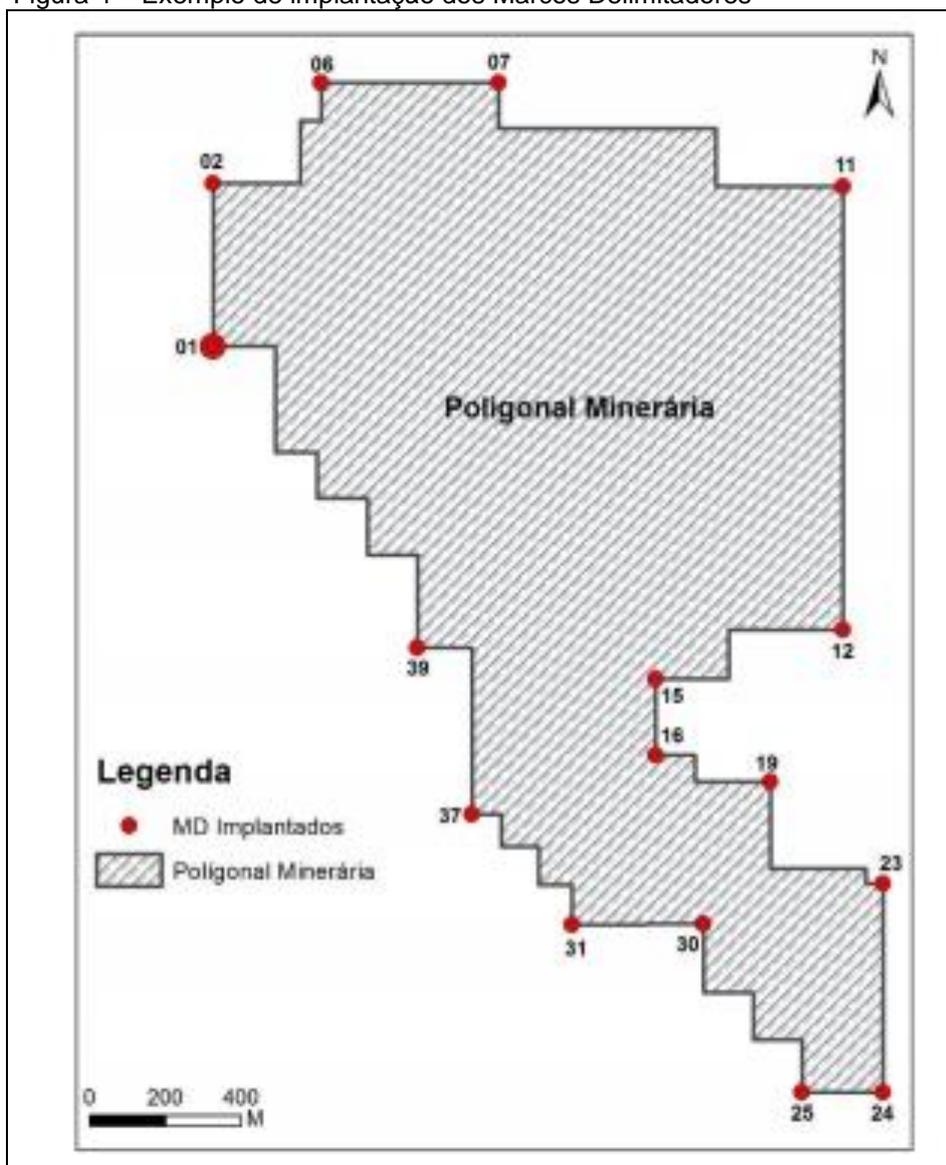
Fonte: DNPM, 2013.

Sobre os Marcos Delimitadores Rodrigues (2016) menciona a obrigatoriedade da implantação do primeiro vértice. Os Polígonos com ≤ 10 vértices, o autor relaciona que todos precisam ser implantados. No caso dos Polígonos com > 10 vértices, não

se tem a necessidade de implantação da totalidade dos vértices, entretanto, precisa-se respeitar o limite mínimo de 10 vértices implantados.

Pimentel (2015) destaca que aqueles que serão implantados precisam ter a sua distribuição bem-feita precisando ter a definição dos limites “extremos” (eixo N-S e E-W) da poligonal, sendo observado os critérios demonstrados na Figura 4.

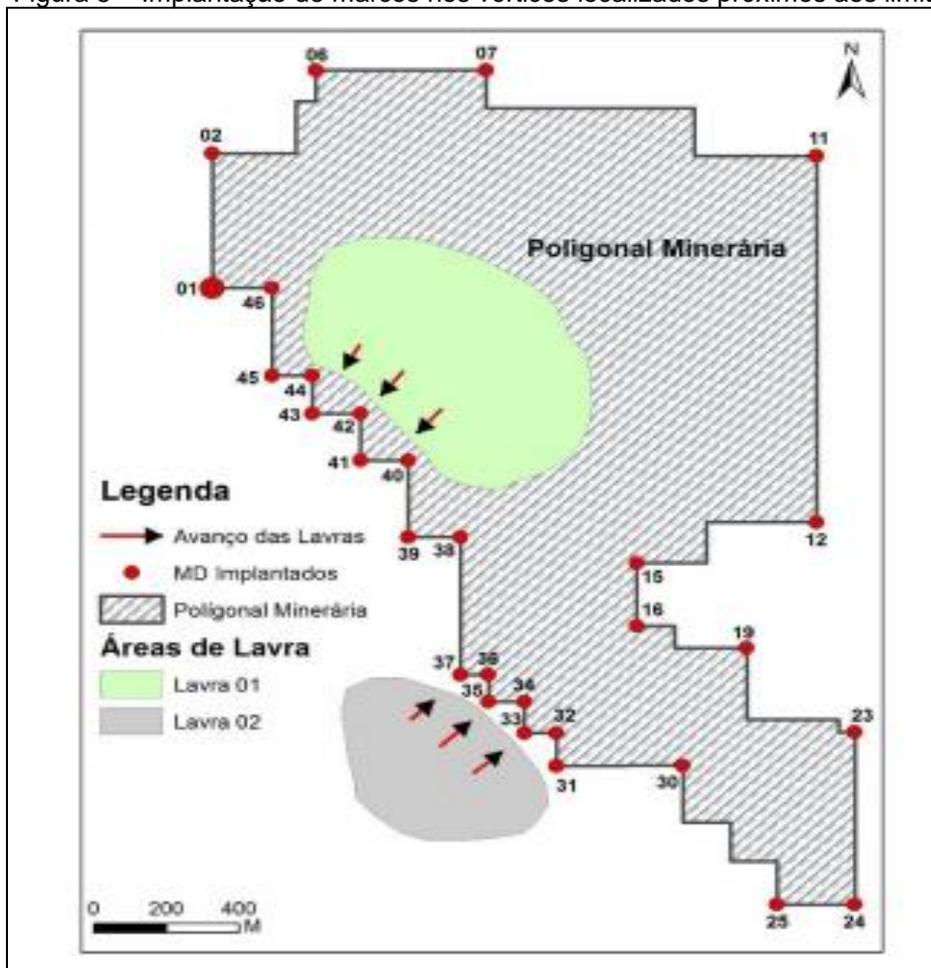
Figura 4 – Exemplo de implantação dos Marcos Delimitadores



Fonte: DNPM, 2013.

Rodrigues (2016) assinala que é preciso implantar a totalidade dos marcos próximos aos limites das áreas de lavra do titular do processo ou da lavra presente no processo confrontante como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Implantação de marcos nos vértices localizados próximos aos limites de lavras



Fonte: DNPM, 2013.

Lembra Silva (2014) que o DNPM pode, a qualquer momento, ainda que depois da imissão de posse efetivada, proceder com a solicitação da implantação de outros marcos, caso os mesmos mostrem-se necessários para acompanhamento e controle dos limites das lavras em relação à poligonal outorgada.

2.11 Conferência das Coordenadas dos Marcos Delimitadores

Depois da materialização dos vértices da poligonal, Pimentel (2015) revela a necessidade conferir as coordenadas finais dos marcos implantados e gerar os arquivos brutos RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) do levantamento GNSS. Os autores revelam que a verificação das coordenadas dos marcos implantados precisa ser feita partindo da reocupação dos mesmos com o emprego de instrumentos GNSS geodésicos por meio do método de posicionamento relativo estático rápido, com a devida ocupação do Marco Apoio Básico em consonância ao levantamento dos Marcos Delimitadores.

Ao fim do procedimento supracitado, Rodrigues (2016) menciona que o dado pós-processamento, precisa ser gerada uma tabela comparativa tal como a apresentado capítulo 4 deste estudo. Dentre os valores das coordenadas alcançadas em campo e as coordenadas dos vértices existentes no Título Minerário, dando como resultado, a acurácia de cada Marco Delimitador. A aludida os quadros apresentados no referido capítulo mostram-se como uma das peças técnicas de maior importância dos trabalhos de demarcação, sem a qual a documentação submetida ao DNPM acerca da demarcação da área não é disposta à análise.

De acordo com Pimentel (2015), os arquivos brutos decorridos ao longo da conferência descrita no item anterior precisam ser apresentados ao DNPM em conjunto com as peças técnicas e a documentação exigida. A opção do formato RINEX se deve ao fato de ser uma estrutura de intercâmbio de dados entre todas as marcas e modelos de programas e equipamentos que empregam dados GNSS.

2.12 Marcos e plaquetas de identificação

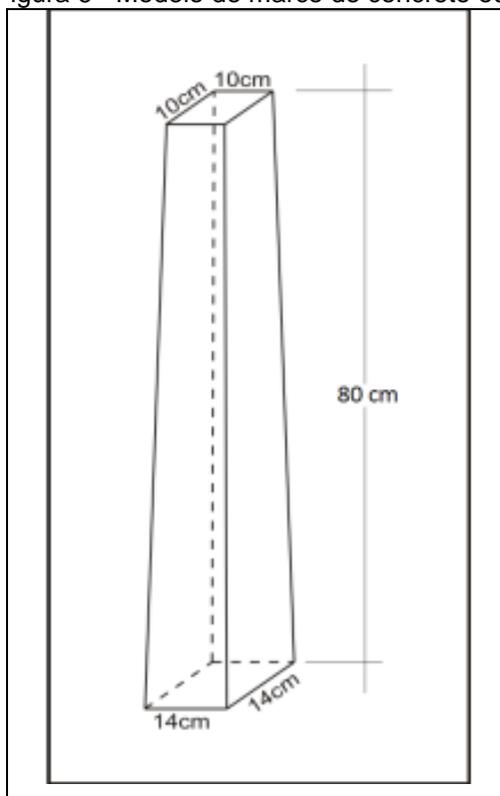
De acordo com Rodrigues (2016), os modelos de marcos e plaquetas que, por obrigação, precisarão ser adotados na demarcação de áreas sendo:

- a) Modelos de Marcos

Rodrigues (2016) explica que a fabricação dos marcos precisa cumprir os preceitos definidos no § 3º do art. 66 do Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968 (Regulamento do Código de Mineração), com as especificações:

Marco de concreto ou material sintético com resistência ao fogo, no formato tronco piramidal com seção quadrada, medindo 14 cm de lado na base, 10 cm de lado no topo e altura de 80 cm exemplificado na Figura 6.

Figura 6 - Modelo de marco de concreto ou sintético com seção quadrada

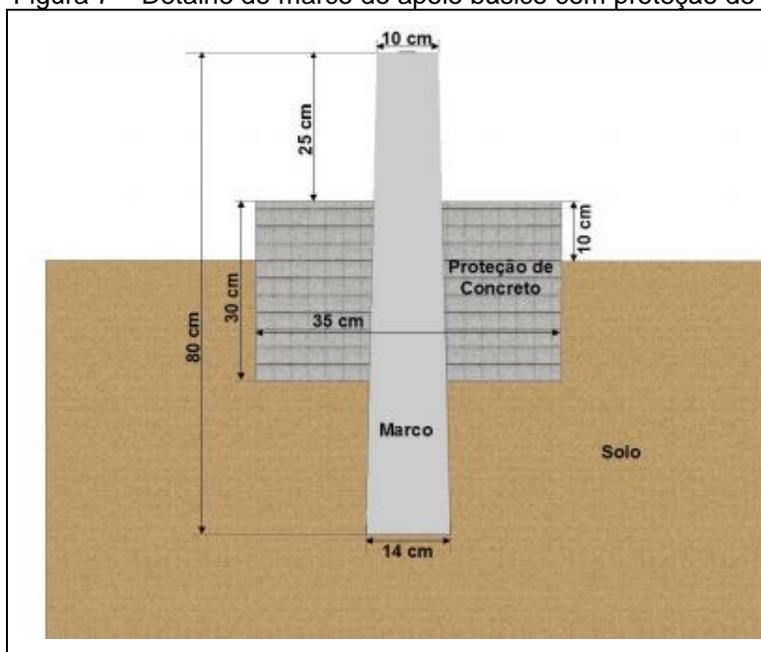


Fonte: DNPM, 2013.

No objetivo de assegurar a estabilidade e durabilidade, no Marco de Apoio Básico é preciso dispor de uma proteção de concreto, com seção quadrada, medindo 35 cm de lado na base e 35 cm de lado no topo (RODRIGUES, 2016).

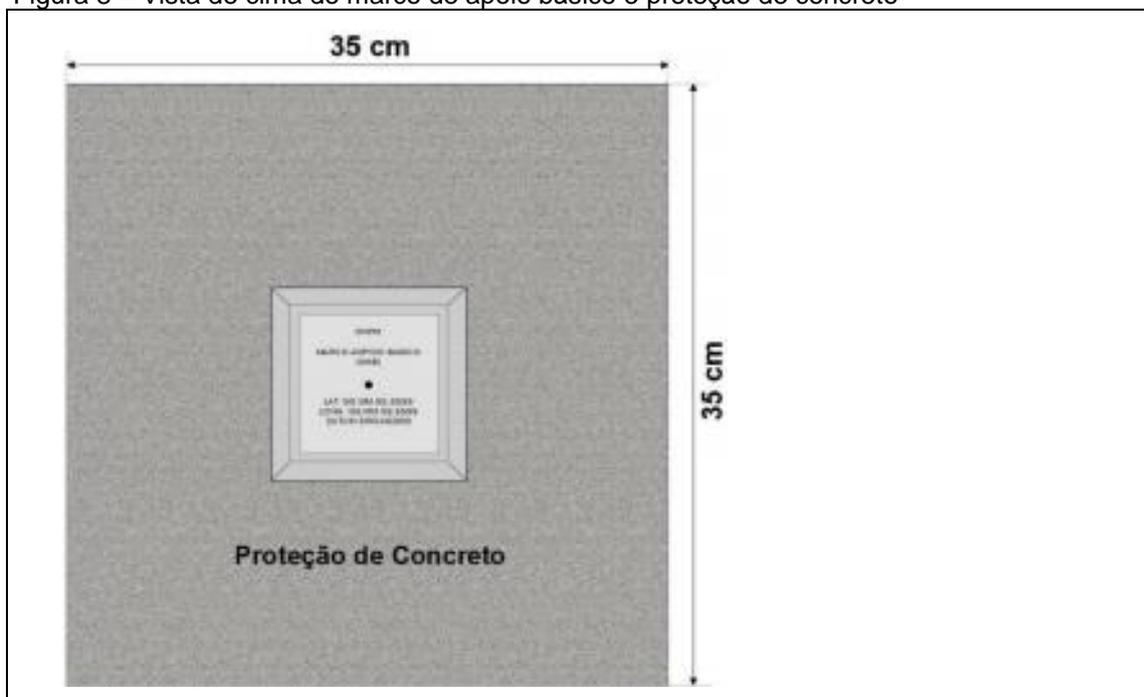
De acordo com Silva (2014), as faces laterais precisam contar com uma altura de 30 cm. A referida proteção precisa despontar do solo 10cm como evidenciado nas Figuras 7 e 8:

Figura 7 – Detalhe do marco de apoio básico com proteção de concreto (vista lateral)



Fonte: DNPM, 2013.

Figura 8 – Vista de cima do marco de apoio básico e proteção de concreto



Fonte: DNPM, 2013.

No que tange aos marcos de concreto ou sintéticos, Silva e Santos (2016) descrevem que é preciso ser enterrados 45 cm, de modo que os mesmos fiquem obrigatoriamente 35 cm fora do solo. A porção que fica acima do solo precisa ser pintada na cor amarela de modo a facilitar sua visualização.

Sobre as plaquetas metálicas de identificação, Pimentel (2015) assinala que as mesmas precisam ser fixadas no topo do marco. Não obstante, a continuação numérica de identificação dos marcos precisa ser a mesmo presente no título autorizativo de lavra. Sobre os casos nos quais em que o vértice for compartilhado com poligonais confrontantes, deve-se seguir os seguintes procedimentos: fixação de uma chapa metálica na face lateral do marco, referindo-se ao lado interno da poligonal, obedecendo as seguintes gravações: número do processo, número do título autorizativo de lavra, sigla DNPM e identificação do vértice.

Silva (2014) destaca a manutenção e preservação dos marcos, deste modo, a manutenção dos acessos aos mesmos, são de responsabilidade do titular da área de acordo com a determinação do artigo 45, § 2º do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração) e o Art. 67, § 2º do Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968 (Regulamento do Código de Mineração).

Os chamados Marcos de imissões de posse homologadas, segundo aponta Rodrigues (2016), não podem ter sua posição modificada sem consentimento preliminar do DNPM.

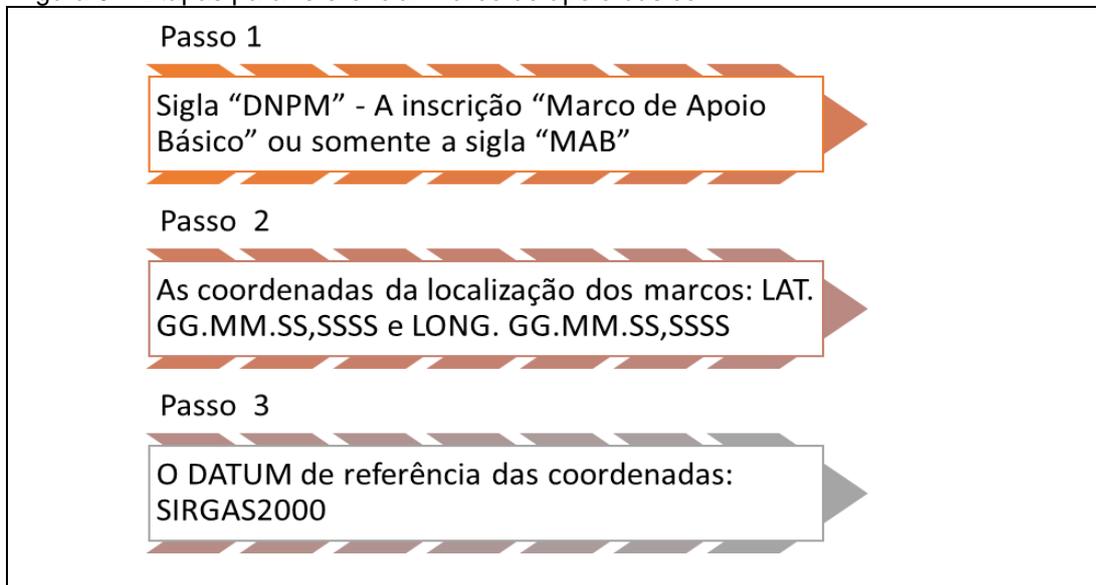
b) Modelos de Plaquetas

De acordo com Rodrigues (2016), o material das plaquetas de identificação dos marcos precisa ter resistência à corrosão, apresentando furos para fixação com parafusos ou haste de fixação. É preciso conter também, um orifício de centragem para modo a simplificar a instalação dos instrumentos de medição.

Na chamada plaqueta de identificação do Marco de Apoio Básico (MAB) Pimentel (2015) assinala que é preciso proceder com a gravação dos caracteres com as

coordenadas fazendo referência a posição do marco, de acordo com o texto disposto na figura 9:

Figura 9 – Etapas para referenciar marco de apoio básico

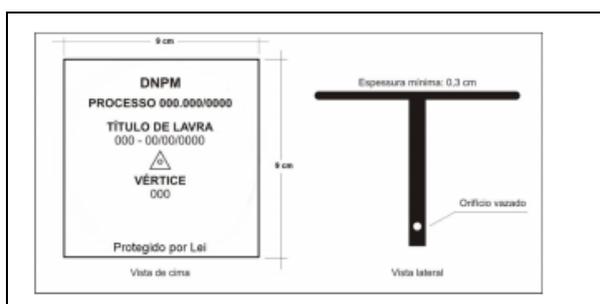


Fonte: elaborado pelos autores adaptado de Silva, 2014.

Rodrigues (2016) assinala que nas plaquetas de identificação mostrada na Figura 10, dos marcos delimitadores exige-se a gravação de dados específicos tais como:

- a) Sigla “DNPM”;
- b) Número do processo no formato: 000.000/0000;
- c) Número da Concessão de Lavra (portaria ou decreto ou manifesto) e a data de sua publicação no formato: 000 – 00/00/0000;
- d) Identificação do vértice;
- e) Termo “Protegido por Lei” A gravação dos caracteres deve ser feita em baixo relevo conforme modelos

Figura 10 – Modelo de plaqueta de identificação de marcos



Fonte:DNPM, 2013.

Segundo Silva e Santos (2016), é possível então compreender que a extração de minério é ainda um desafio visto no Brasil e muitas vezes, acontece sem o devido georreferenciamento da área explorada, sendo executado somente o licenciamento da área, por meio da demarcação do terreno empregando receptor GNSS de código C/A - *Course Acquisition* - (navegação), ou lançando mão das imagens de satélites que são dispostas gratuitamente pelo Google Earth®, em seguida, submetendo a poligonal obtida em um modelo de formulário eletrônico de requerimento de registro de licença do DNPM.

Ocorre na opinião de Silva (2014) e Rodrigues (2016), que diversos consultores ou requerentes fazem uso do GPS de navegação na descrição do memorial descritivo da área. Contudo, é de responsabilidade do interessado passar todas as informações corretas das coordenadas da área de interesse. Reforçando os autores que as áreas de exploração mineral são de direito do Governo Federal, que vem se fundamentando em princípios geodésicos nos últimos anos revelando um esforço maior no sentido de aperfeiçoar o gerenciamento dos dados e informações acerca do território por meio do georreferenciamento.

Fica compreendido então, com relação ao aporte teórico realizado até então, que é preciso proceder com o georreferenciamento das áreas de minérios, empregando receptores GNSS de alta precisão, de acordo com o que determina a norma, para uma maior eficácia no controle e gerenciamento do uso do solo e bens minerais. Uma vez que o uso de aparelhos GNSS de navegação, mais frequentemente utilizado na demarcação das áreas a serem licenciadas revela erro de deslocamento espacial, um entrave que pode ser solucionado com a utilização de receptores geodésicos.

3. METODOLOGIA

De acordo Miguel (2010), a pesquisa é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, tendo como objetivo, mediante o emprego de procedimentos científicos, descobrir respostas para os problemas. Pesquisar é uma atividade social, sendo que uma pesquisa não pode ser feita sozinho ou para si mesmo. A pesquisa social permite a obtenção de novos conhecimentos.

Para Gil (2002), a metodologia de pesquisa pode ser definida como um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.

3.1 Principais tipos de pesquisas

Segundo Gil (2017), há duas grandes categorias que estabelece uma maneira mais tradicional de pesquisas. As denominadas pesquisa básica, que reúne estudos que tem como propósito preencher uma lacuna no conhecimento e outra, denominada pesquisa aplicada, que abrange estudos elaborados que tem por finalidade resolver problemas identificados na sociedades em que os pesquisadores vivem.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se caracteriza como pesquisa aplicada, por propor soluções em relação à aplicação em uma situação específica.

3.1.1 Classificação quanto aos fins

Segundo Gil (2002), é possível se classificar as pesquisas em três grupos, conforme a seguir:

- Exploratória: Seu objetivo é proporcionar familiaridade com o problema, deixando mais claro ao construir as hipóteses. Se fundamenta na criação de problema, com o objetivo de desenvolver, esclarecer e modificar os conceitos.

- Descritiva: Descreve as características de determinada população ou fenômeno ou, estabelece de relações entre variáveis.
- Explicativa: Identifica fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Explica a razão e o porquê das coisas. É a que mais se aproxima da realidade e o tipo mais complexo, pois há o risco de cometer erros.

A pesquisa exploratória foi escolhida em função da possibilidade de promover ao pesquisador um maior conhecimento sobre os principais aspectos do direito minerários com relação aos requerimentos exigidos para as diferentes etapas da atividade de exploração mineral, dando foco na delimitação de área exata realização dos Sistemas Geodésicos cujos produtos cartográficos estão vinculados, visando uma compatibilização dos dados para devida recuperação de limites.

3.1.2 Classificações quanto aos meios

Segundo Gil (2007) as pesquisas quanto aos meios podem ser classificadas em vários tipos, dentre eles:

- Pesquisa Bibliográfica: desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.
- Pesquisa documental: Assemelha-se a pesquisa bibliográfica, diferenciando apenas na natureza das fontes onde na pesquisa documental, vale-se de materiais que não receberam um tratamento analítico.
- Levantamento: Caracteriza-se pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer e analisar dados quantitativos para obter as conclusões correspondentes dos dados coletados.
- Estudo de Campo: É caracterizado pela predominância de técnicas de observação do que de interrogação para a elaboração do estudo a ser realizado.
- Estudo de caso: Consiste em um estudo minucioso de um ou poucos objetos, de maneira a permitir seu conhecimento amplo e detalhado.

- Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se classifica como estudo de caso. Segundo Yin (2005) o estudo de caso possibilita a triangulação de dados como estratégia de validação, este trabalho foi realizado de modo a fundamentar o embasamento teórico, refutando-o ou confirmando-o, e por meio da vivencia profissional da empresa Geo Mineração do Brasil Ltda¹, melhorar a compreensão e formulação de hipóteses relevantes para a pesquisa.

3.2 Universo de pesquisa e amostra

O universo é definido como o conjunto de elementos que possuem determinadas características, comumente fala-se de população como referência ao total de habitantes de determinado lugar, todavia, em termos estatísticos, pode-se entender como um todo. Amostra é um subconjunto do universo, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo (Gil, 2007).

O universo desta pesquisa é composto pela empresa Geo Mineração do Brasil Ltda² especializada em serviços de consultoria e projetos de mineração. O critério de representatividade atribuído para a determinação da amostra foi o setor de georreferenciamento e topografia, em específico do processo DNPM nº 000.111/1976³.

3.3 Forma de coleta e análise de dados

As entrevistas segundo Gil (2017), requerem a tomada de múltiplos cuidados em sua condução, como a definição da modalidade de entrevista, que pode ser: aberta (com questões e sequência predeterminadas, mas com ampla liberdade para responder), guiada (com formulação e sequência definidas no curso da entrevista), por pautas (orientadas por uma relação de pontos de interesse que o entrevistador

² Nome fictício conforme pedido de sigilo da empresa.

³ Número fictício conforme pedido de sigilo da empresa.

vai explorando ao longo de seu curso) ou informal (que se confunde com a simples conversação). Quantidade de entrevistas. As entrevistas devem ser em número suficiente para que se manifestem todos os atores relevantes. Mesmo que a pesquisa se refira a um único caso, como uma empresa, este pode envolver múltiplas unidades de análise, como os seus departamentos, por exemplo, exigindo, portanto, maior quantidade de entrevistados. Seleção dos informantes. Devem ser selecionadas pessoas que estejam articuladas cultural e sensitivamente como grupo ou organização. Nem sempre os dirigentes máximos de uma organização são os melhores informantes. Negociação da entrevista. Como as pessoas de modo geral, não têm uma razão pessoal forte para fornecer as respostas desejadas, recomenda-se estabelecer tipo de contrato em que são esclarecidos os objetivos da entrevista e definidos os papéis das duas partes.

De acordo com Gil (2017), enquanto técnica de pesquisa, a observação pode assumir pelo menos três modalidades: espontânea, sistemática e participante. Na observação espontânea, o pesquisador, permanecendo alheio a comunidade, grupo ou situação que pretende estudar, observa os fatos que aí ocorrem. É adequada aos estudos exploratórios, já que favorece a aproximação do pesquisador com o fenômeno pesquisado.

A observação sistemática é adequada para estudos de caso descritivos. Ao decidir pela adoção dessa modalidade, o pesquisador sabe quais aspectos da comunidade, da organização ou do grupo são significativos para alcançar os objetivos pretendidos. Assim ele se torna capaz de elaborar um plano de observação para orientar a coleta, análise e interpretação dos dados.

A observação participante consiste na participação real do pesquisador na vida da comunidade, da organização ou do grupo em que é realizada a pesquisa. O observador assume, pelo menos até certo ponto, o papel de membro do grupo.

Quanto aos documentos conforme explica Gil (2017), a consulta a fontes documentais é imprescindível em qualquer estudo de caso. Considere-se, por

exemplo, que num estudo referente a determinada organização, mediante a consulta a documentos, torna-se possível obter informações referentes à sua estrutura e organização, à descrição dos cargos e funções, aos critérios adotados no recrutamento e seleção de pessoal etc. Essas informações podem auxiliar na elaboração das pautas para entrevistas e dos planos de observação. Sem contar que a medida que dados importantes estejam disponíveis, não haverá necessidade de procurar obtê-los mediante interrogação, a não ser que se queira confrontá-los.

Dentre as principais fontes documentais que podem interessar aos pesquisadores estão: Documentos pessoais, documentos administrativos, material publicado em jornais e revistas, publicações de organizações, documentos disponibilizados pela internet, registros cursivos, artefatos físicos e vestígios.

Para este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), analisou-se os seguintes documentos fornecidos pela empresa Geo Mineração do Brasil Ltda, entre os anos de 1976 a 2017:

- Alvará de Autorização de Pesquisa
- Descritivo da RBMC – MGBH
- Descritivo da RBMC – VICO
- Portaria nº76 de 11 de fevereiro de 2015
- Recomendações GPS
- Relatório de Processamento GNSS MAB 05
- Relatório de Processamento GNSS PA–111 PQF
- Relatório de Processamento Vértices da Poligonal
- Relatório Técnico e Fotografias

Foram feitas entrevistas semiestruturadas com Geólogo em abril de 2018, Engenheiros de Minas em outubro de 2017, ambos especialistas em consultoria de projetos de mineração e observação participante de técnico em Agrimensura especialista em georreferenciamento no período de novembro de 2010 à maio de 2018.

3.4 Limitações de pesquisa

As limitações encontradas durante a pesquisa deste trabalho que causaram menor abrangência de detalhes a cerca do proposto foram: negativa de alguns especialistas da área em conceder entrevista, sigilo de alguns documentos, e falta de recursos financeiros para execução de trabalhos de campo.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando a importância de se falar dos critérios técnicos que buscam padronizar alguns procedimentos que fazem menção aos trabalhos e atividades realizados no campo da demarcação de áreas de concessão de Lavra que tem a outorga dada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, os resultados obtidos no processo em estudo são apresentados a seguir.

4.1 Apresentação dos Métodos de determinação das coordenadas

Os métodos de Posicionamento por GNSS (GNSS – Global Navigation Satellite System), segundo o Manual Técnico de Imissão de Posse do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (2016), dentre os sistemas englobados pelo GNSS podemos citar:

- NAVSTAR-GPS (Navigation System with Timing And Ranging – Global Positioning System), mais conhecido como GPS. Sistema norte-americano;
- GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) sistema russo; GALILEU. Sistema Europeu;
- COMPASS/BEIDOU (China's Compass Navigation Satellite System – CNSS). Sistema Chinês.

Ainda segundo o Manual Técnico de Imissão de Posse, o posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos e procedimentos.

No Posicionamento Relativo Estático tanto o(s) receptor(es) do(s) vértice(s) de referência quanto o(s) receptor(es) do(s) vértice(s) de interesse devem permanecer estacionados (estáticos) durante todo o levantamento. Neste método, a sessão de rastreamento se estende por um período determinado.

Já no Posicionamento Relativo Estático-Rápido, este é similar ao relativo estático, porém, a diferença básica é a duração da sessão de rastreamento, que neste caso, em geral, é inferior a 20 minutos.

Outro método de Posicionamento por GNSS é o RTK (Real Time Kinematic – Posicionamento em Tempo Real) que segundo o Manual Técnico de Posicionamento elaborado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA em sua 1ª edição (2013), consiste em conhecer as coordenadas do receptor colocado no marco de referência, a partir do qual são transmitidos os vetores de posicionamento, com as correções, ao receptor móvel, de forma quase instantânea. Portanto, determinando as coordenadas do vértice de interesse em tempo real. Desta forma, proporciona o conhecimento instantâneo (tempo real) de coordenadas precisas, tornando ágil o processo de determinação (ou localização) das coordenadas dos vértices da poligonal delimitadora da área de mineração. Ainda segundo o Manual existem dois modos de correção utilizando a técnica RTK.

O RTK Convencional, onde os dados de correção são transmitidos, por meio de um link de rádio do receptor instalado no vértice de referência, ao(s) receptor(es) que ocupa(m) os pontos de interesse. A solução encontrada é uma linha de base única, a utilização deste método está condicionada a solução do vetor das ambiguidades como inteiro (solução fixa), e o modo RTK em Rede (GSM), que ao contrário do RTK convencional que utiliza apenas uma estação de referência, existem várias estações de monitoramento contínuo conectadas a um servidor central, a partir do qual são distribuídos, por meio da Internet, os dados de correção aos receptores móveis.

Outro método de posicionamento por GNSS segundo o Manual Técnico de Posicionamento elaborado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA em sua 1ª edição (2013), é o Posicionamento por Ponto Preciso (IBGE-PPP) ou Posicionamento Absoluto Preciso, é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados, que faz uso do programa CSRS-PPP (GPS Precise Point Positioning) desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan). Ele permite aos usuários com receptores GPS e/ou GLONASS, obterem coordenadas de boa precisão no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). O termo Posicionamento por Ponto Preciso normalmente refere-se à obtenção da posição de um ponto utilizando as observáveis da fase da onda portadora, coletadas

por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos precisos (órbitas e erro dos relógios dos satélites), como por exemplo, aqueles disponíveis no IGS (International GNSS Service) ou NRCan.

Outro método de Posicionamento é por Topografia Clássica que segundo o Manual Técnico de Imissão de Posse do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (2016) pode ser adotada de forma isolada ou integrada aos levantamentos realizados com GNSS, principalmente, quando o emprego de GNSS é inviável pela presença de obstruções físicas que prejudicam a propagação de sinais de satélites. O posicionamento por Topografia Clássica pode ser realizado por diferentes métodos e procedimentos, sendo eles:

Poligonação que se baseia na observação de direções e distâncias entre vértices consecutivos de uma poligonal. A coleta de dados é realizada com a instalação de um equipamento de medição sobre um dos vértices da poligonal, deste, é observada a direção em relação ao vértice anterior (vértice “ré”), a direção ao vértice posterior (vértice “vante”) e as distâncias entre os vértices, ainda na topografia Clássica tem se o método de Triangulateração, onde são observados ângulos e distâncias entre os vértices intervisíveis de uma rede de triângulos.

Outro método na Topografia Clássica é o por Irradiação onde se baseia na determinação ou locação de vértices a partir do emprego de ângulos e distâncias. A locação de um ponto de interesse pode ser realizada a partir de uma base (em que se conhecem as coordenadas planas de seus extremos), um ângulo e a distância ao ponto de interesse, ainda segundo o manual o Manual Técnico de Imissão de Posse do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, e ainda na Topografia Clássica tem se o método por Alinhamento, que consiste na locação de um vértice que se encontra na direção definida por outros dois pontos de coordenadas conhecidas. A única observação necessária é à distância de um dos vértices conhecidos até o vértice de interesse, recomenda-se a utilização deste método de alinhamento, em locais onde existem obstruções físicas que impeçam o levantamento por métodos GNSS. Em todos os métodos por Topografia Clássica os

vértices de referência devem ter suas coordenadas determinadas por meio de posicionamento por GNSS.

4.2 Comparação dos Métodos

Conforme quadro abaixo são apresentadas as Vantagens e Desvantagens de cada método.

Quadro 4 – Apresentação das Vantagens e Desvantagens de cada método

| MÉTODOS | VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|---|--|--|
| Posicionamento por GNSS Relativo Estático e Estático Rápido. | Não precisa ter visibilidade entre os vértices de interesse. | Em locais com vegetação perde qualidade no sinal dos satélites. |
| | Facilidade durante o deslocamento. | Tem que ser utilizado em conjunto com a Topografia Clássica. |
| Posicionamento por GNSS Posicionamento por Ponto Preciso (IBGE-PPP) | Não precisa ter visibilidade entre os vértices de interesse. | Para a locação de coordenadas tem que ser utilizado em conjunto com a Topografia Clássica. |
| | Pode ser usado apenas um receptor. | |
| Posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK convencional | Precisão das coordenadas. | Alcance de transmissão das ondas de rádio. |
| | Menor tempo de execução. | Em locais com vegetação perde qualidade no sinal dos satélites. |
| | Custo reduzido com mão de obra. | |
| Posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK em Rede | Precisão das coordenadas | Necessidade de conexão com a Internet. |
| | Menor tempo de execução | Necessita de sinal GSM. |
| | Redução de custos com mão de obra. | Em locais com vegetação perde qualidade no sinal dos satélites. |
| Posicionamento por Topografia Clássica | Precisão das coordenadas | Os vértices de referência devem ter suas coordenadas determinadas por meio de posicionamento por GNSS. |
| | Pode ser utilizado em áreas com vegetação | Necessidade de supressão da vegetação nativa para ter visibilidade entre os pontos demarcados. |
| | | Maior tempo para execução. |
| | | Maior custo com mão de obra. |

Fonte: Os autores, 2018.

Atestando que as vantagens da metodologia do sistema GNSS, em específico do método de posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK convencional, o engenheiro de minas entrevistado relatou:

Respondendo como enfrentar os entraves deste processo, Couto (2017) afirma que ainda existem muitas dificuldades em relação a poder contar com profissionais devidamente capacitados que possam oferecer dados e relatórios técnicos confiáveis das estações GPS. Estas sendo as mais utilizadas como referência os trabalhos de pós processamento dos dados GNSS. Quando existe alguma estação GPS que faz parte da RBMC, é importante também apresentar um relatório que mencione o tipo de equipamento GNSS que foi utilizado na mesma estação.

Agora sobre o documento chamado monografia que apresenta todos os Marcos de Apoio Básico Couto (2017) destaca que também deve seguir um modelo, sendo o mesmo de suma importância para o processo, mas que “muitas vezes eles não informam os programas que foram utilizados para a versão de um determinado processo de requerimento”. E o especialista descreve situações em que viu “muitos documentos que não informavam, por exemplo, a marca ou modelo, nem a precisão dos instrumentos e equipamentos que foram utilizados nas atividades de campo”. Fazendo uma alusão aos profissionais que só se preocupam com a documentação fotográfica.

Na opinião de Couto (2017) “é preciso ter muito cuidado com relação aos dados e os relatórios de processamento e ajustamento considerando a apresentação os quadros ou tabelas de coordenadas geodésicas” que resultam da própria implantação dos marcos delimitadores, lembrando que tem que ser obedecida a forma GG:MM:SS.SSSS apresentando a identificação do marco, a latitude e a longitude, além da altitude elipsoidal. É preciso ressaltar os desvios padrão de cada elemento que compõe o referido relatório além de considerar o método de posicionamento que foi utilizado. Um exemplo pode ser citado é método de posicionamento RTK Convencional, que dá precisões nas coordenadas de 1 até 2 centímetros seguramente.

Corroborando com as vantagens método de posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK convencional, o geólogo Ribeiro diz:

Com as novas tecnologias existentes principalmente com a utilização do GPS, que é um equipamento que trabalha via satélite e que traz grandes precisões, deste que sejam adotados os métodos de posicionamentos corretos estes conflitos tendem a diminuir ou até mesmo acabar. Hoje o DNPM, possui um manual para instruir os profissionais que atuam nesse segmento, com a intensão de padronizar estes métodos de demarcação. Mas além de se aplicar os métodos adequados é necessário fazer uma boa análise do processo para identificar os mais vantajoso a situação encontrada. No caso da nossa empresa utilizamos sempre o método de posicionamento RTK Convencional, pois ele nos dá precisão menor que 50 centímetros, que é a precisão estabelecida pelo DNPM, e diminui também a possibilidade de os erros quando comparados com os trabalhos feitos com Estação Total.

Certificando as vantagens do método de posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK convencional, a observação do participante complementa:

Pode se observar um grande compromisso da empresa em adotar métodos de posicionamento que garantisse as precisões estabelecidas pelo DNPM, com utilização de técnicas de Posicionamento do sistema Global Navigation Satellite System – GNSS, além dos métodos convencionais. Para cada tipo de processo era analisado qual método seria o mais adequado, mais rápido e que proporcionasse também menor custo de execução. Em alguns casos eram necessários à utilização de mais de um método.

Foi percebido que sempre que fez o uso das estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC, para o devido georreferenciamento dos Marcos de Apoio Básico – MAB, bem como também a implantação dos mesmos em campo para fins de vistoria in loco.

Pode ser constatado também a utilização de equipamentos compatíveis e adequados com a demanda dos trabalhos. Uso de EPIs, veículos e demais suprimentos que garantisse a integridade dos colaboradores envolvidos.

Em fim diante das observações feitas ficou certificado que na empresa GEO Mineração do Brasil LTDA, tem se a preferência para a locação e determinação de coordenadas a utilização da técnica de Posicionamento do sistema Global Navigation Satellite System – GNSS, fazendo uso sempre do método de posicionamento RTK Convencional, sendo a mesma mais vantajosa para a empresa.

De forma sinônima as entrevistas e a observação do participante, pode-se comprovar através da análise documental dos anos de 1976 a 2017, que a empresa Geo Mineração do Brasil LTDA, em específico no processo DNPM nº 000.111/1976, no documento denominado: Relatório Técnico de Demarcação Topográfica – Locação de poligonal, nos itens: 2 Metodologia e 2.2 Método, a utilização do Sistema Global Navigation Satélite System (GNSS) como método adotado para a execução dos trabalhos de georreferenciamento deste referido processo.

4.3 Método Mais Adequado

O método mais adequado para a empresa objeto do estudo é o método de posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK convencional.

Figura 11: Receptor GNSS RTK – modelo Hiper V.



Fonte: Catálogo do fabricante (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo descrever uma análise de uma metodologia proposta que possibilitasse a correção dos pontos de amarração de antigos requerimentos para atividade mineral, tendo em vista diferentes fatores que dificultam sua definição precisa e adequada, tais como a incompatibilização entre sistemas geodésicos, a qualidade dos dados geográficos e cartográficos utilizados e a escala dos produtos cartográficos de análise.

Inicialmente, considerando os subsídios teóricos para entendimento do assunto, foi possível verificar que a invenção do concessionário da posse da jazida se apresenta como uma formalidade administrativa que contempla os trabalhos de georreferenciamento, a demarcação e a fixação de marcos delimitadores da área. Existem ainda algumas dúvidas em relação ao referido processo, especialmente no que se refere a definição precisa da localiza localização e do espaço da jazida de modo que o torne distinto.

A questão do ato oficial de demarcação de acordo com que foi amplamente discutido pelos autores é que o objetivo volta-se à divulgação da população local e especialmente os proprietários vizinhos a extração mineral de uma determinada área. Diante de uma imissão de posse efetivada, a jazida tem aprovação do DNPM passando a uma composição de patrimônio do proprietário ou de uma empresa, ratificando os direitos e deveres pertinentes a lavra do bem mineral. de acordo com que define o artigo 67 do Regimento do Código de Mineração.

Foi verificado que existem informações e fontes de publicação que trazem as adequadas orientações técnicas a respeito de instrumentos, ferramentas, metodologias e equipamentos que podem ser utilizados nas atividades de demarcação e no georreferenciamento das poligonais, considerando a precisão e o levantamento, além do sistema adotado e o modelo dos marcos, para que se possa, de fato, materializar o ponto assim como o modelo da placa de identificação do mesmo.

Também se verificou a explanação acerca das documentações necessárias e exigidas em termos de relatório de atividades, relatório de pós processamento dos dados coletados, o modelo de formulário de monografia do marco e, também, a planta de detalhe do levantamento, considerando, principalmente, as dúvidas que ainda existem sobre os critérios adotados para sessões de rastreo. No método de posicionamento relativo estático, é preciso ter conhecimento sobre os tipos de marcos exigidos pelo DNPM, bem como as suas respectivas precisões em função da finalidade.

A questão do georreferenciamento dos títulos minerários revela sua importância em relação ao estabelecimento e implantação de limitadores de uma determinada área onerada para o processo de mineração, ocorrendo em conformidade com as coordenadas geográficas existentes no memorial descritivo outorgado, sendo também referenciado pelo sistema geodésico brasileiro. Nesse sentido, é importante lembrar a legislação que instituiu o georreferenciamento, seus limites e características, além das confrontações, empregando coordenadas amarradas ao SGB de forma obrigatória, de modo que não se tem a sobreposição com terrenos lindeiros.

Vale lembrar que, de acordo com as especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos em território brasileiro, o SGB tem a definição dada partindo de um conjunto de pontos geodésicos implantados na porção terrestre com delimitação dada pelas fronteiras do país, seguindo orientações de latitude, longitude e azimute. Nesse sentido, o trabalho abordou a questão das estações da RBMC desempenhando um importante papel de ponto de coordenadas conhecidas e que fazem parte do SGB. As aludidas estações têm a sua materialização dada por meio de pinos de centragem forçada, com cravação dada em pilares. A maior parte, tem o rastreamento em sinais GNSS e os referidos receptores fazem a coleta e armazenamento constante as observações do código e também da fase das ondas portadoras transmitidas pelos satélites das constelações distintas.

Foi importante verificar que os trabalhos do georreferenciamento em território nacional mostram-se como atividades cada vez mais procuradas e também realizada face à necessidade de uma informação territorial que seja precisa, para diferentes fins. Tal como ocorre com a demarcação da área exploração mineral, em que a orientação técnica sobre a demarcação de áreas, evidencia os procedimentos que devem ser executados no mineral solucionar as divergências existentes nas etapas executadas, e também, na limitação da área cadastrada de modo que não se tem explicação no limite das jazidas vizinhas nem mesmo nas áreas ambientais.

Por meio da realização deste trabalho acadêmico, muito se questionou acerca do desconhecimento e da não aplicabilidade das normas do DNPM nas áreas exploração mineral, buscando elementos orientativos acerca da relevância das demarcações de áreas de exploração. Em geral, é possível dizer que o trabalho apresentado não tem a pretensão de ser a única fonte de informação sobre diretrizes a serem seguidas na área do georreferenciamento, em se tratando da obrigatoriedade da técnica do cadastro fiscal, expandindo-se a outros tipos de cadastro em que se tenham parcelas a serem exploradas de acordo com seu uso, mas de certo, que é mais uma fonte de informação para os profissionais que atuam na área.

A execução de serviços de georreferenciamento para delimitação de áreas de exploração mineral exige estudos preliminares e bastante pormenorizados, com o objetivo de não serem cometidos erros na determinação das coordenadas da poligonal minerária.

Tendo em vista os diferentes métodos aceitos pelo órgão regulamentador, pode se concluir que dentre eles o método mais adequado para a empresa objeto do estudo é o método de Posicionamento relativo GNSS utilizando a técnica RTK convencional, a qual traz precisões satisfatórias nas coordenadas, ganho de tempo de execução e redução de custos com mão de obra.

REFERÊNCIAS

ANNIBELLI, Mariana Baggio. **Mineração de areia e seus impactos socioeconômico-ambientais**. In: Congresso Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito – Conpedi. Manaus: p.4205-4217, 2006.

BRASIL. Código de Mineração (versão atualizada). DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.dnpm.br/sla>. Acesso em: 1 de set de 2017.

BRASIL. Constituição (1934). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília 1934. DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em 02 de set de 2017.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília 1988. DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em 02 set. de 2017.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília 1988. DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em 02 de set. de 2017.

BRASIL. Lei nº 9.605 Lei de Crimes Ambientais do Brasil. Prevê sanções penais para os crimes contra o Meio Ambiente, contra a Administração Pública e o Patrimônio Cultural, além de incentivar a cooperação internacional nas questões ambientais. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em 02 de set. de 2017.

BRASIL. Lei nº 6.938 Política Nacional de Meio Ambiente, Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em 02 de set. de 2017.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, 19 julho. 2000. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/consultaPublicacoes.do>. Acesso em 02 de set. de 2017.

BRASIL. Portaria nº 237 de 18 de outubro de 2001. Institui Normas Reguladoras da Mineração. DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.dnpm.br/sla>. Acesso em 20 de set de 2017.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 420, Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/sla>. Acesso em 02 de set. de 2017.

BUENO, R. **Redes Ativas de GPS**. InfoGPS, Curitiba, ano 2, n.10, 2005.

COSTA, S.M.A. **Evolução do Sistema Geodésico Brasileiro – Razões e Impactos com a Mudança e Referencial**. IBGE. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/2000-Evolucao%20do_SGB-razoes_e_%20impactos_com_a_mudanca_do_referencial.pdf>. Acesso em: 04 abril. 2018.

COSTA, S.M.A.; FORTES, L.P.S. **Nova Hierarquia da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro**. IBGE. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/2000-Nova_hierarquia_da_Rede_Planimetrica_do_SGB.pdf>. Acesso em: 30 março. 2018.

COSTA LIMA, Jean P. **“Justiça Ambiental”**. In: **Mapa dos Conflitos Ambientais do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/04/TAMC-LEROY_Jean-Pierre__Justi%C3%A7a_Ambiental.pdf> Acesso em: 04 de dez. de 2017.

CRPM-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**. Folha NA-22 (Macapá). Sistema de Informações Geográficas. [S.I.], 2006. 1 CD-ROM.

Carta geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha NA-21 (Tumucumaque). Sistema de Informações Geográficas. [S.I.], 2004. 1 CD-ROM.

Carta geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha SA-22 (Belém). Sistema de Informações Geográficas. [S.I.], 2007. 1 CD-ROM.

Banco de dados Geobank. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2017.

Projetos Aerogeofísicos da Série 1000: Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/aero/1000/aero1000>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto RADAM. Folha NA/NB 22 Macapá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974.

DNPM (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL). **A Importância Econômica da Mineração no Brasil**. Brasília, ago/2011. 24 p.

DNPM. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/>>. Acesso em: 17 de maio. de 2018.

Inventário sócio-econômico das regiões auríferas do Território Federal do Amapá. Fase I: Lourenço, Cassiporé e Vila Nova. Belém, 1986. 40 p. Relatório Técnico,

Anuário Mineral Brasileiro 2003. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2003/AP_2003.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

Anuário Mineral Brasileiro. 2004. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2004/AP_2004.pdf>. Acesso em: 10 set.. 2017.

Anuário Mineral Brasileiro 2007. Disponível em: <[http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2005/Partell_UF/AP_Parte_II_\(2005\).pdf](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2005/Partell_UF/AP_Parte_II_(2005).pdf)>. Acesso em: 1 de nov. 2017.

Anuário Mineral Brasileiro 2006. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/AP_Parte_II.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2017.

Anuário Mineral Brasileiro 2007. Sistema Anuário Mineral Brasileiro – AMB. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=1063>>. Acesso em: 10 de nov. 2017.

Informe Mineral Amazônia 2016. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/mostraArquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=2742>>. 2008>. Acesso em: 18 de out. 2017.

Portaria Nº 400, de 30 de setembro de 2008. Atualiza os valores dos emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das multas, os critérios e valores a serem cobrados pelas vistorias realizadas pelo DNPM na fiscalização dos trabalhos de pesquisa e lavra e dos demais serviços prestados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 out. 2008. Disponível em: < http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Port_400_08.htm>. Acesso em: 9 de dez. 2017.

Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE. Polígonos das Áreas requeridas em formato Shapefile (*.shp): Amapá. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/>>. Acesso em: 08 de out. 2017.

Arrecadação. Relatórios: taxa anual por hectares – arrecadação por distrito. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=555>>. Acesso em: 08 nov 2017.

DUARTE, P. **Fundamentos de cartografia.** Florianópolis: Ed. UFSC, 2006.

FORTES, L.P.S. **Implantação da RBMC – Estágio Atual**. IBGE. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em:<
ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/1995_Implatacao_da_RBMC_E_stagio_atual.pdf>.

Acesso em: 30 mar.. 2018.

FREIRE, William. **Comentários ao Código de Mineração**. Rio de Janeiro: Aide, 2009.

FREIRE, William. **Direito Ambiental aplicado à Mineração**. Belo Horizonte: Mineira, 2010.

GIL, Antonio Carlos, 1946; **Como elaborar projetos de pesquisa** \ Antonio Carlos Gil 4ª Ed. São Paulo Atlas 2002.

GIL, Antonio Carlos, 1946; **Como elaborar projetos de pesquisa** \ Antonio Carlos Gil 6ª Ed. São Paulo Atlas 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 de maio. de 2018.

LOCH, Ruth. Nogueira. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

LOCH, Carlos; CORDINI, Jucilei. **Topografia contemporânea – planimetria**. Florianópolis: Ed. UFSC, 200

MACÊDO, A. B. *et al.* **Seleção do Método de Lavra**: Arte e Ciência. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v.54, n.3, jul./set 2001. Não Paginada

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Projeto Radambrasil. Projeto Iratapuru - Área Cupixi: Geologia Regional**. Relatório final. Belém, PA: GEBAM-RADAMBRASIL, 2007. v. 1. Xerocopiado.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS – descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP. 2000.

NETO, Renato Evaristo da Cruz Gouveia. **Direito Minerário Internacional: O Regime de Concessão de Lavra no México**. 2010. Disponível em: <https://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/artigo/2795/direito-minerario-internacional-regime-concessao-lavra-mexico>. Acesso em: 12 de out. 2017.

PEREIRA, K.D.; AUGUSTO, M.J.C. **O Sistema Geodésico Brasileiro e a Lei de Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – UFSC Florianópolis. Outubro de 2004. Disponível em: http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/042.pdf. Acesso em: 02 abril. 2018.

PIMENTEL, Jorge, JACQUES, Patricia Duringer. **GPS na Mineração**. Revista Mundo Geo, 2015.

RAGGI, Jorge. Gestão de projetos de mineração. 2014. Disponível em: <http://inthemine.com.br/site/gestao-de-projetos-de-mineracao/>. Acesso em: 12 de out. 2017.

REIS, Willian. **Política mineral e direito minerário. o que o brasil pode aprender com outros países**. 2003. Disponível em: <http://williamfreire.com.br/publicacoes/artigos/politica-mineral-e-direito-minerario-o-que-o-brasil-pode-aprender-com-outros-paises/>. Acesso em: 12 de out. 2017.

ROCHA, J.A.M.R. **GPS: Uma Abordagem Prática**; 4.ed. Recife: Bagaço, 2003.

SANTOS, R.E. **Disputas cartográficas e lutas sociais: sobre representação espacial e jogos de poder**. In: XII COLÓQUIO DE GEOCRÍTICA. Bogotá, Colômbia. 2016. Disponível em : <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/16-R-Nascimento.pdf> . Acesso em: 26 de outubro de 2017.

SILVA, J.R.C.; DEGLORIA, S.D.; PHILIPSON, W.R.; McNEIL, R.J. **Estudo da mudança de uso da terra através de um sistema de análise georreferenciada**. Rev. bras. Ci. Solo, Campinas 17:451-457.2014.

SILVA, M.J; OLIVEIRA, M.T. **Territórios em tensão: o mapeamento dos conflitos socioambientais do Estado de Mato Grosso – Brasil**. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo. 15:1-28. 2012

SILVEIRA, A.C.; **Geodésia Aplicada ao Georreferenciamento**. Curso de Formação continuada em Georreferenciamento de imóveis rurais. CTET. Março de 2005.

SILVEIRA, L.C. **Curso de Georreferenciamento de Imóveis Rurais: III- Atividade Cartorais/Levantamento do Perímetro**. A Mira, Criciúma, Ano XV, nº131, janeiro e fevereiro de 2006.

SILVEIRA, L.C. **Notícias do IBGE**. A Mira, Criciúma, ano XIV, nº 123, setembro e outubro de 2004.

RODRIGUES, PAULA, M. F. Mineração de Dados.

In: **Sistemas Inteligentes. Fundamentos e aplicações**. Organização: Solange Oliveira Rezende. Barueri, SP: Manole, 2016.

YIN, Robertk; **Estudo de caso: Planejamento e métodos** \ Robertk Yin; Trad. Daniel Gassi. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005 212p.

APÊNDICE A



ISSN: 2238-3220

GEORREFERENCIAMENTO DE DIREITOS MINERÁRIOS

GEORREFERENCING OF MINING RIGHTS

RESUMO

O presente estudo é uma análise dos métodos de determinação de coordenadas do Ponto de Amarração – PA e locação dos vértices delimitadores da poligonal minerária. Tem-se como objetivo geral identificar o método de locação e determinação das coordenadas geodésicas mais adequado para correção das poligonais de direito minerário para uma empresa de consultoria em Mineração. Como metodologia adotada neste Trabalho de Conclusão de Curso, trata-se de um estudo de caso, onde buscou-se por uma análise documental um processo de Imissão de Posse já aprovado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Também são apresentados os métodos existentes e aceitos pelo órgão regulamentador bem como as vantagens e desvantagens de cada método. Foi possível concluir que a execução de serviços e atividades da área do georreferenciamento na delimitação de áreas de exploração mineral exige estudos preliminares da legislação no que tange o código de mineração, com o objetivo de não serem cometidos erros na determinação dos vértices delimitadores da área em que foi concedida a portaria de lavra. Corroborando com a análise documental, as entrevistas feitas a especialistas da área, percebe-se que dentre os métodos existentes o que proporciona melhores resultados e vantagens é a utilização do Sistema Global Navigation Satellite System (GNSS) com a utilização do método de posicionamento RTK Convencional.

Palavras-chave: Requerimento. Locação de poligonal. Imissão de Posse. Sistemas Geodésicos. Georreferenciamento.

ABSTRACT

The present study is an analysis of the methods of determining the coordinates of the Mooring Point - PA and location of the delimiting vertices of the mining polygonal. The general objective is to identify the method of location and determination of the geodesic coordinates most suitable for the correction of polygonal minerals for a consulting company in Mining. As a methodology adopted in this Course Completion Work, it is a case study, where a documentary analysis was sought for an Imposition of Possession Process already approved by the National Department of Mineral Production - DNPM. Also presented are the existing and accepted methods by the regulatory body as well as the advantages and disadvantages of each method. It was possible to conclude that the execution of services and activities in the area of georeferencing in the delimitation of areas of mineral exploration requires preliminary studies of the legislation regarding the mining code, with the objective of not making mistakes in determining the bounding vertices of the area in question, which was granted the mining order. In line with the documentary analysis, the interviews with experts in the field, realized that among the existing methods, what provides the best results and advantages is the use of the Global System Navigation Satellite System (GNSS) with the use of the conventional RTK positioning method.

Keywords: Requirements. Rental of polygonal. Immission of Possession. Geodetic Systems. Georeferencing.

Correspondência/Contato

Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

FEAMIG

Rua Gastão Braulio dos Santos, 837
CEP 30510-120
Fone (31) 3372-3703
parametrica@feamig.br
<http://www.feamig.br/revista>

Editores responsáveis

Wilson José Vieira da Costa
wilsoncosta@feamig.br

Raquel Ferreira de Souza
raquel.ferreira@feamig.br

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ainda convive com diversos casos de divergências cartográficas, mesmo diante de modernos instrumentos e métodos de posicionamento geodésicos. Os legisladores no período da definição da forma de demarcação dos limites das áreas de exploração mineral não contavam com a responsabilidade legal de discernir a posição geográfica destas áreas. Além disso, lançaram mão de uma linguagem coloquial de baixa precisão para delimitação destas áreas.

O desenvolvimento das atividades de exploração mineral exige que o minerador para obter o direito concedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM seja pessoa física ou jurídica, o referido direito é concedido para uma determinada área definida em um memorial descritivo.

O Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, também responde pela manutenção de um banco de dados, em que a totalidade de direitos minerária concedidos no território nacional estão dispostos e também disponibiliza publicamente em seu portal institucional, através de um sistema desenvolvido especificamente para consultas feitas na internet. Todas as informações acerca de um processo de concessão encontram-se disponíveis considerando também o seu memorial descritivo.

Ocorre que existem expressivas dificuldades no sentido de integrar tais dados um projeto denominado SIG - Sistema de Informação Geográfica. São entraves percebidos, dentre outros meios, no próprio descuido dos profissionais que utilizam o referido sistema para tratar os parâmetros dos sistemas de coordenadas geográficas e também a ausência no critério do próprio processo de traçar a poligonal ativa nos ambientes CAD, tem se notado um desrespeito às regras de projeção cartográfica e também em métodos pouco ajustados e utilizados no instante que se faz o levantamento em campo que frequentemente causam divergências entre mineradores e o órgão.

Em vista da necessidade de atender as solicitações de determinações de coordenadas do ponto de amarração - PA e também a locação dos limites da poligonal referente ao direito minerário, foi proposta a utilização da técnica de Global Navigation Satellite System – GNSS, (Sistema de Navegação Por Satélites), considerando que a mesma é mais rápida, traz precisões posicionais que atendem ao órgão regulamentador e que reduz custos em relação ao método convencional, viabilizando o uso desta técnica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Um dos conceitos básicos nessa pesquisa é o do mineral, e este é definido como uma massa formada geralmente por processos inorgânicos e de composição química predominantemente definida, encontrada de forma natural na superfície da Terra e quase sempre sólida. Vale mencionar que alguns autores consideram a água mineral e o mercúrio minerais que se encontram em estado líquido à temperatura ambiente. Mas, de fato, o minério é considerado o mineral ou associação de minerais que são ou podem ser aproveitados economicamente (FREIRE, 2010).

Silveira (2005) explica que, para requerer o direito, o interessado necessita entre outros aspectos, apresentar um projeto de pesquisa indicando um geólogo que seja responsável e também especificando a localização e limites da área de interesse. Para tanto é necessário o preenchimento de um formulário específico considerando os campos que indiquem as coordenadas do ponto de amarração, rumo, a distância do primeiro vértice e listagem dos demais vértices indicando rumo e distância dos mesmos. Como se esclarece que podem ser encontradas diferentes definições e critérios de exigências para requerer uma poligonal como mostra o artigo 16 do Capítulo 2 do Código de Mineração que estabelece:

Art. 16 - A autorização de pesquisa será pleiteada em requerimento dirigido ao Diretor-Geral do D.N.P.M., entregue mediante recibo no Protocolo do D.N.P.M., onde será mecanicamente numerado e registrado, devendo ser apresentado em duas vias e conter os seguintes elementos de instrução:

I - Nome, indicação da nacionalidade, do estado civil, da profissão, do domicílio, e do número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas do Ministério da Fazenda do requerente, pessoa natural. Em se tratando de pessoa jurídica, razão social, número do registro de seus atos constitutivos no Órgão de Registro de Comércio competente, endereço e número de inscrição no Cadastro Geral dos Contribuintes do Ministério da Fazenda;

II - Prova de recolhimento dos respectivos emolumentos;

III - designação das substâncias a pesquisar;

IV - Indicação da extensão superficial da área objetivada, em hectares, e do Município e Estado em que se situa;

V - Memorial descritivo da área pretendida, nos termos a serem definidos em portaria do Diretor-Geral do D.N.P.M.;

VI - Planta de situação, cuja configuração e elementos de informação serão estabelecidos em portaria do Diretor-Geral do D.N.P.M.;

VII - plano dos trabalhos de pesquisa, acompanhado do orçamento e cronograma previstos para a sua execução;

Art. 38 - O requerimento de autorização de lavra será dirigido ao Ministro de Minas e Energia, pelo titular da autorização de pesquisa, ou seu sucessor, e deverá ser instruído com os seguintes elementos de informação e prova:

I - Certidão de registro no Departamento Nacional de Registro do Comércio, da entidade constituída;

II - Designação das substâncias minerais a lavrar, com indicação do Alvará de Pesquisa outorgado, e de aprovação do respectivo Relatório;

III - denominação e descrição da localização do campo pretendido para a lavra, relacionando-o, com precisão e clareza, aos vales dos rios ou córregos, constantes de mapas ou plantas de notória autenticidade e precisão, e estradas de ferro e rodovias, ou, ainda, a marcos naturais ou acidentes topográficos de inconfundível determinação; suas confrontações com autorização de pesquisa e concessões de lavra vizinhas, se as houver, e indicação do Distrito, Município, Comarca e Estado, e, ainda, nome e residência dos proprietários do solo ou posseiros;

IV - definição gráfica da área pretendida, delimitada por figura geométrica formada, obrigatoriamente, por segmentos de retas com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros, com 2 (dois) de seus vértices, ou excepcionalmente 1 (um), amarrados a ponto fixo e inconfundível do terreno, sendo os vetores de amarração definidos por seus comprimentos e rumos verdadeiros, e configuradas, ainda, as propriedades territoriais por ela interessadas, com os nomes dos respectivos superficiais, além de planta de situação;

V - Servidões de que deverá gozar a mina;

VI - Plano de aproveitamento econômico da jazida, com descrição das instalações de beneficiamento;

VII - prova de disponibilidade de fundos ou da existência de compromissos de financiamento, necessários para execução do plano de aproveitamento econômico e operação da mina.

Parágrafo Único - Quando tiver por objeto área situada na faixa de fronteira, a concessão de lavra fica sujeita aos critérios e condições estabelecidas em lei.

O desenvolvimento das atividades de exploração mineral exige que o minerador para obter o direito concedido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM seja pessoa física ou jurídica. O referido direito é concedido para uma determinada área definida em um memorial descritivo, enquanto o sistema de georreferenciamento já convencionado pelo DNPM consiste em um conjunto de coordenadas e vetores que tem o objetivo de definir de forma única a localização de uma determinada área requerida ou concedida (COSTA; LIMA, 2005).

Costa (2000) menciona o memorial descritivo esclarecendo que, sob a ótica geométrica, trata-se de um conjunto organizado de vetores que configuram as arestas da poligonal. Desta maneira, define uma forma, um vetor de amarração a mais, que acaba determinando a localização da poligonal no espaço geográfico. Sob uma visão relacionada a campo, trata-se de um ponto de amarração aquilo que é entendido como uma direção, uma distância inicial considerando também uma sequência distância- rumo.

De acordo com Santos (2016), a totalidade das atividades pertinentes à levantamentos, demarcações, locações e pós-processamento precisam ser executados no novo sistema geodésico de referência oficial do Brasil, o Datum SIRGAS2000 (Sistemas de Referência Geocêntrico para as Américas). A referida determinação é também citada por Pimentel (2015) com o objetivo de assegurar a qualidade dos trabalhos geodésicos de precisão além

de cumprir com o que determina a Portaria DNPM nº 76 de 10 de fevereiro de 2015, DOU de 10/02/2015, sendo determinado dispõe sobre a adoção do SIRGAS2000 pelo DNPM.

3 METODOLOGIA

Para Gil (2002), a metodologia de pesquisa pode ser definida como um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.

3.1 Principais tipos de pesquisas

Segundo Gil (2017), há duas grandes categorias que estabelece uma maneira mais tradicional de pesquisas. As denominadas pesquisa básica, que reúne estudos que tem como propósito preencher uma lacuna no conhecimento e outra, denominada pesquisa aplicada, que abrange estudos elaborados que tem por finalidade resolver problemas identificados na sociedades em que os pesquisadores vivem.

3.1.1 Classificação quanto aos fins

A pesquisa exploratória foi escolhida em função da possibilidade de promover ao pesquisador um maior conhecimento sobre os principais aspectos do direito minerários com relação aos requerimentos exigidos para as diferentes etapas da atividade de exploração minerária, dando foco na delimitação de área exata realização dos Sistemas Geodésicos cujos produtos cartográficos estão vinculados, visando uma compatibilização dos dados para devida recuperação de limites.

3.1.2 Classificações quanto aos meios

Este estudo se classifica como estudo de caso. Segundo Yin (2005) o estudo de caso possibilita a triangulação de dados como estratégia de validação, este trabalho foi realizado de modo a fundamentar o embasamento teórico, refutando-o ou confirmando-o, e por meio da vivencia profissional da empresa Geo Mineração do Brasil Ltda¹, melhorar a compreensão e formulação de hipóteses relevantes para a pesquisa.

3.2 Universo de pesquisa e amostra

O universo deste estudo é composto pela empresa Geo Mineração do Brasil Ltda¹ especializada em serviços de consultoria e projetos de mineração. O critério de representatividade atribuído para a determinação da amostra foi o setor de georreferenciamento e topografia, em específico do processo DNPM nº 000.111/1976².

3.3 Forma de coleta e análise de dados

Para este estudo, analisou-se os seguintes documentos fornecidos pela empresa Geo Mineração do Brasil Ltda., entre os anos de 1976 a 2017:

- Alvará de Autorização de Pesquisa
- Descritivo da RBMC – MGBH
- Descritivo da RBMC – VICO
- Portaria nº76 de 11 de fevereiro de 2015
- Recomendações GPS
- Relatório de Processamento GNSS MAB 05
- Relatório de Processamento GNSS PA–111 PQF
- Relatório de Processamento Vértices da Poligonal
- Relatório Técnico e Fotografias

Foram feitas entrevistas semiestruturadas com Geólogo e Engenheiros de Minas especialistas em consultoria de projetos de mineração, e observação participante de técnico em Agrimensura especialista em georreferenciamento.

¹ Nome fictício por pedido de sigilo da empresa.

² Número fictício por pedido de sigilo da empresa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando a importância de se falar dos critérios técnicos que buscam padronizar alguns procedimentos que fazem menção aos trabalhos e atividades realizados no campo da demarcação de áreas de concessão de Lavra que tem a outorga dada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, os resultados obtidos no processo em estudo são apresentados a seguir.

4.1 Apresentação dos Métodos de determinação das coordenadas

Os métodos de Posicionamento por GNSS (GNSS – Global Navigation Satellite System) segundo o Manual Técnico de Imissão de Posse do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, dentre os sistemas englobados pelo GNSS podemos citar:

- NAVSTAR-GPS (Navigation System with Timing And Ranging – Global Positioning System), mais conhecido como GPS. Sistema norte-americano;
- GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) sistema russo; GALILEU. Sistema Europeu;
- COMPASS/BEIDOU (China's Compass Navigation Satellite System – CNSS). Sistema Chinês.

Ainda segundo o Manual Técnico de Imissão de Posse, o posicionamento por GNSS pode ser realizado por diferentes métodos e procedimentos, conforme figuras abaixo.

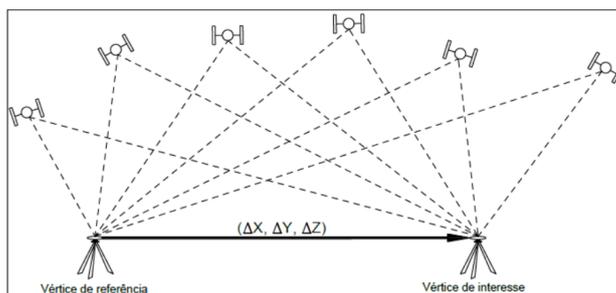


Figura 1: Técnica de posicionamento relativo

Fonte: < Manual Técnico DNPM>. Acesso em 18 de maio. 2018.

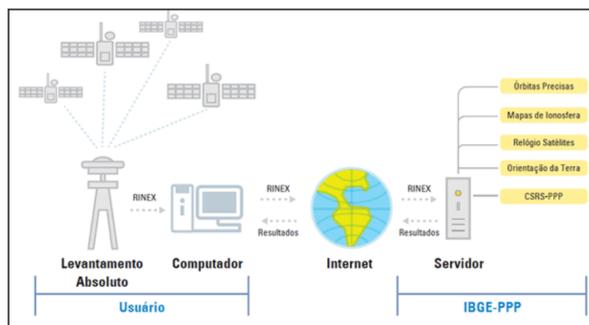


Figura 2: Técnica de posicionamento absoluto

Fonte: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 18 de maio. 2018.

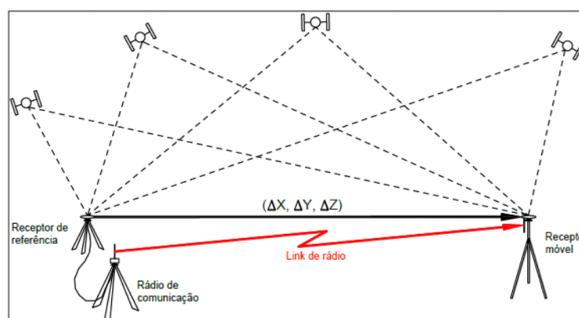


Figura 3: Técnica de posicionamento RTK convencional

Fonte: < Manual Técnico DNPM>. Acesso em 18 de maio. 2018.

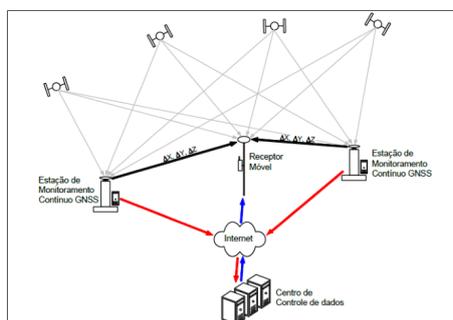


Figura 4: Técnica de posicionamento RTK em rede

Fonte: < Manual Técnico DNPM>. Acesso em 18 de maio. 2018.

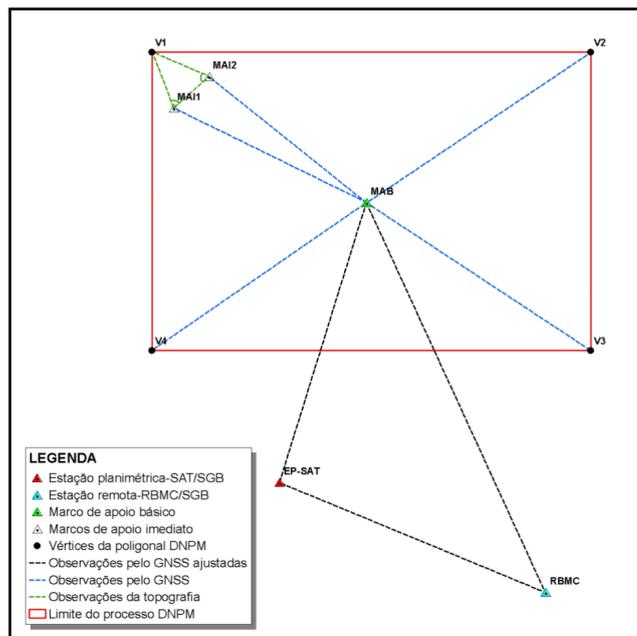


Figura 5: Integração de dados GNSS e topografia clássica

Fonte: < Manual Técnico DNP >. Acesso em 18 de maio. 2018.

4.2 Apresentação das Vantagens e Desvantagens de cada método

Quadro 1: Apresentação das Vantagens e Desvantagens de cada método

| MÉTODOS | VANTAGENS | DESvantagens |
|---|--|--|
| Posicionamento por GNSS Relativo Estático e Estático Rápido. | Não precisa ter visibilidade entre os vértices de interesse. | Em locais com vegetação perde qualidade no sinal dos satélites. |
| | Facilidade durante o deslocamento. | Tem que ser utilizado em conjunto com a Topografia Clássica. |
| Posicionamento por GNSS Posicionamento por Ponto Preciso (IBGE-PPP) | Não precisa ter visibilidade entre os vértices de interesse. | Para a locação de coordenadas tem que ser utilizado em conjunto com a Topografia Clássica. |
| | Pode ser usado apenas um receptor. | |
| Posicionamento por GNSS RTK Convencional | Precisão das coordenadas. | Alcance de transmissão das ondas de rádio. |
| | Menor tempo de execução. | Em locais com vegetação perde qualidade no sinal dos satélites. |
| | Custo reduzido com mão de obra. | |

| | | |
|--|---|--|
| Posicionamento por GNSS RTK em Rede | Precisão das coordenadas | Alcance de transmissão das ondas de rádio no RTK convencional. |
| | Menor tempo de execução | Necessidade de conexão com a Internet no RTK em Rede. |
| | Redução de custos com mão de obra. | Em locais com vegetação perde qualidade no sinal dos satélites. |
| Posicionamento por Topografia Clássica | Precisão das coordenadas | Os vértices de referência devem ter suas coordenadas determinadas por meio de posicionamento por GNSS. |
| | Pode ser utilizado em áreas com vegetação | Necessidade de supressão da vegetação nativa para ter visibilidade entre os pontos demarcados. |
| | | Maior tempo para execução. |
| | | Maior custo com mão de obra. |

Fonte: organizado pelos autores (2018), a partir dos dados coletados em pesquisa.

Atestando que as vantagens da metodologia do sistema GNSS, em específico do método de posicionamento RTK Convencional, o engenheiro de minas entrevistado relatou.

“É preciso ter muito cuidado com relação aos dados e os relatórios de processamento e ajustamento considerando a apresentação os quadros ou tabelas de coordenadas geodésicas” que resultam da própria implantação dos marcos delimitadores, lembrando que tem que ser obedecida a forma GG:MM:SS.SSSS apresentando a identificação do marco, a latitude e a longitude, além da altitude elipsoidal. É preciso ressaltar os desvios padrão de cada elemento que compõe o referido relatório além de considerar o método de posicionamento que foi utilizado. Um exemplo pode ser citado é método de posicionamento RTK Convencional, que dá precisões nas coordenadas de 1 até 2 centímetros seguramente. (COUTO, 2017)

Corroborando com as vantagens método de posicionamento RTK Convencional, o geólogo Ribeiro diz:

Com as novas tecnologias existentes principalmente com a utilização do GPS, que é um equipamento que trabalha via satélite e que traz grandes precisões, deste que sejam adotados os métodos de posicionamentos corretos estes conflitos tendem a diminuir ou até mesmo acabar. Hoje o DNPM, possui um manual para instruir os profissionais que atuam nesse segmento, com a intenção de padronizar estes métodos de demarcação. Mas além de se aplicar os métodos adequados é necessário fazer uma boa análise do processo para identificar os mais vantajoso a situação encontrada. No caso da nossa empresa utilizamos sempre o método de posicionamento RTK Convencional, pois ele nos dá precisão menor que 50 centímetros, que é a precisão estabelecida pelo DNPM, e diminui também a possibilidade de os erros quando comparados com os trabalhos feitos com Estação Total. (RIBEIRO, 2017)

Certificando as vantagens do método de posicionamento RTK Convencional, a observação do participante complementa:

Diante das observações feitas ficou certificado que na empresa GEO Mineração do Brasil LTDA, tem se a preferência para a locação e determinação de coordenadas a utilização da técnica de Posicionamento do sistema Global Navigation Satellite System – GNSS, fazendo uso sempre do método de posicionamento RTK Convencional, sendo a mesma mais vantajosa para a empresa. (VAZ, 2018)

De forma sinônima as entrevistas e a observação do participante, pode-se comprovar através da análise documental dos anos de 1976 a 2017, que a empresa Geo Mineração do Brasil LTDA, em específico no processo DNPM nº 000.111/1976, no documento denominado: Relatório Técnico de Demarcação Topográfica – Locação de poligonal foi identificado com o método mais adequado a utilização do Sistema Global Navigation Satellite System (GNSS), RTK Convencional para a execução dos trabalhos de georreferenciamento deste referido processo.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo descrever uma análise dos métodos existentes e uma proposta que possibilitasse a correção dos pontos de amarração e dos vértices delimitadores das poligonais de antigos requerimentos de direitos minerários. Tendo em vista os diferentes métodos aceitos pelo órgão regulamentador, pode se concluir que dentre eles o método mais adequado para a empresa objeto do estudo é o método de Posicionamento GNSS por RTK convencional, a qual traz precisões satisfatórias nas coordenadas, ganho de tempo de execução e redução de custos com mão de obra.

REFERÊNCIAS

COSTA, S.M.A. **Evolução do Sistema Geodésico Brasileiro – Razões e Impactos com a Mudança e Referencial**. IBGE. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/artigos/2000-Evolucao%20do_SGB-razoes_e_%20impactos_com_a_mudanca_do_referencial.pdf>. Acesso em 04 abril. 2018.

COSTA LIMA, Jean P. “**Justiça Ambiental**”. In: **Mapa dos Conflitos Ambientais do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/04/TAMC-LEROY_Jean-Pierre_Justi%C3%A7a_Ambiental.pdf> Acesso em: 04 de dez. de 2017.

DNPM (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL). **A Importância Econômica da Mineração no Brasil**. Brasília, 2011. 24 p.

DNPM. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/>>. Acesso em: 17 de maio. de 2018.

FREIRE, William. **Direito Ambiental aplicado à Mineração**. Belo Horizonte: Mineira, 2010.

GIL, Antonio Carlos, 1946; **Como elaborar projetos de pesquisa** \ Antonio Carlos Gil 4ª Ed. São Paulo Atlas 2002.

GIL, Antonio Carlos, 1946; **Como elaborar projetos de pesquisa** \ Antonio Carlos Gil 6ª Ed. São Paulo Atlas 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 de maio. de 2018.

SANTOS, R.E. **Disputas cartográficas e lutas sociais: sobre representação espacial e jogos de poder**. In: XII COLÓQUIO DE GEOCRÍTICA. Bogotá, Colômbia. 2016. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/16-R-Nascimento.pdf> . Acesso em: 26 de outubro de 2017.

SILVEIRA, A.C.; **Geodésia Aplicada ao Georreferenciamento**. Curso de Formação continuada em Georreferenciamento de imóveis rurais. CTET. Março de 2005.

YIN, Robertk; **Estudo de caso: Planejamento e métodos** \ Robertk Yin; Trad. Daniel Gassi. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005 212p.