



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS
GERAIS
UNIDADE ARAXÁ**

ERIÊ BARBOSA PIRES DE ANDRADE

**A UTILIZAÇÃO DE DRONES NA MINERAÇÃO: LEVANTAMENTO
AÉREO/GEOLÓGICO DO GARIMPO AURÍFERO DE
DESEMBOQUE (SACRAMENTO –MG)**

ARAXÁ-MG

2018

ERIÊ BARBOSA PIRES DE ANDRADE

**A UTILIZAÇÃO DE DRONES NA MINERAÇÃO: LEVANTAMENTO
AÉREO/GEOLÓGICO DO GARIMPO AURÍFERO DE DESEMBOQUE
(SACRAMENTO–MG)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Minas do Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Antônio Carneiro

ARAXÁ-MG

2018

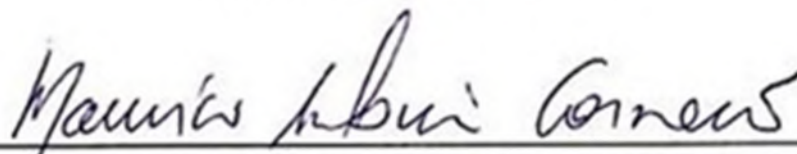
FOLHA DE APROVAÇÃO

ERIÉ BARBOSA PIRES DE ANDRADE

A UTILIZAÇÃO DE DRONES NA MINERAÇÃO: LEVANTAMENTO AÉREO/GEOLÓGICO DO GARIMPO AURÍFERO DE DESEMBOQUE (SACRAMENTO –MG)

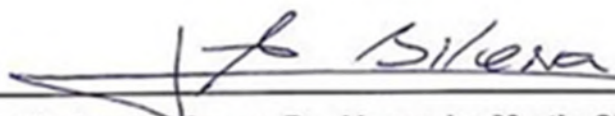
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Minas do Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas.

Araxá, 07 de dezembro de 2018.



Presidente e Orientador: Professor Dr. Maurício Antônio Carneiro

Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular: Professor Dr. Alexander Martin Silveira Gimenez

Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá



Membro Titular: Professor Dr. André Simplício Carvalho

Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade
Araxá

DEDICATÓRIA

"Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito." (Chico Xavier) A mais esse sonho realizado, dedico aos meus pais Walmir e Silvana, a minha amada filha Alicia, sempre ao meu lado, minha sobrinhas Laura e Cora sempre trazendo alegrias, a meus irmãos Ariane e Eryan, a meus cunhados Thiago e Brunna, a meus avós Sebastião e Dorinha, as minhas Tias Silmara e Edna e aos que já partiram, mas que estão sempre presentes.

Não podendo esquecer aos meus amigos Natália e Douglas, meus colegas de sala, meus familiares e meus amigos. A vocês que sempre me apoiaram, em meus desafios, nas lutas, obstáculos e vitórias. Sei que, principalmente agora, estão ao meu lado. Obrigado por tudo que vi, ouvi e aprendi. Obrigado Deus pela benção da Vida!

Não venci todas as vezes que lutei, mas perdi todas as vezes que deixei de lutar!

Cecília Meireles

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor e orientador Mauricio Antônio Carneiro pela paciência e grandes ensinamentos, pelas risadas e grandes contos de Ouro Preto, é muito bom ouvir pessoas com paixão pelo o que fazem. Ao Geólogo Tiago Duque, por toda a ajuda e orientação além do desprendimento das viagens e disponibilização dos equipamentos e tempo para que esse trabalho fosse concluído, nos veremos em breve para novos trabalhos.

Aos meus professores, por quem tenho tamanha admiração e respeito. A eles que foram as peças fundamentais na estruturação do meu conhecimento e na construção de minha carreira profissional. Aos que estiveram ao meu lado, aos meus amigos de sala, a todos meu muito obrigado por esses cinco anos juntos que foram de extrema alegria. Espero que possamos nos reencontrar em breve.

"Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta."

Chico Xavier

RESUMO

Uma Aeronave Remotamente Pilotada ou Remotely Piloted Aircraft – RPA significa aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota com finalidade diversa de recreação. De maneira popular também chamado de drone. Esses equipamentos chegaram ao mercado já há algum tempo trazendo aplicações em diversas áreas. No setor de mineração os drones podem ser utilizados no mapeamento geológico, monitoramento de barragens, controle de desmontes entre outros. E tem se mostrado uma excelente ferramenta com resultados de alta qualidade e baixo custo. Este estudo trata da aplicação de drones, no âmbito da geologia e mineração, utilizando como estudo de caso, um garimpo de ouro desativado em distrito de Desemboque, no município de Sacramento, estado de Minas Gerais. Tendo como objetivo levantar, com auxílio de drone e suas tecnologias de tratamento de dados, a área lavrada pelo garimpo, assim como seu o mapeamento topográfico e geológico superficial. Foram utilizadas as metodologias convencionais de pesquisa, partindo-se de levantamento bibliográfico, seguido do estudo de caso e, conseqüentemente, da análise dos resultados, como meio de facilitar o entendimento acerca do uso e do alcance da utilização de drones na geologia e mineração. Além de uma pesquisa realizada levantando os principais aspectos técnicos e propriedades dos drones e legislação de operação no Brasil, um estudo de caso foi concretizado in loco onde, no passado, operou-se um garimpo de ouro, bem como um breve levantamento histórico do povoado que se formou na região devido a exploração do ouro. Como resultado, foi possível obter um ortofotomosaico da área, bem como um mapa de elevação e um modelo de terreno em alto relevo, também chamado mapa em 3D, além de calcular por aproximação o volume de material extraído do local durante a operação do garimpo.

Palavras-Chaves: RPA, drone, garimpo, ouro, mapa 3D.

ABSTRACT

A Remotely Piloted Aircraft - RPA means unmanned aircraft piloted from a remote piloting station for a diverse recreation purpose. In a popular way called a drone. This tool came to the market for some time and now bringing applications in several areas. In the mining sector drones can be used in geological mapping, monitoring dams, dumps control, among others. And it has proved to be an excellent tool with high quality and low cost results. This study deals with the application of drones, in the geology scope and mining, using as case study, a gold mining decommissioned in the district of Desemboque, in the municipality of Sacramento, state of Minas Gerais. Aiming to raise, with the aid of a drone and its data processing technologies, the area planted by the garimpo, as well as its surface topographic and geological mapping. The conventional research methodologies were used, starting with a bibliographic survey, followed by the study case and, consequently, result analysis, to facilitate the understanding about the use and the scope of the use of drones in geology and mining. In addition to a survey carried out on the main technical aspects and properties of drones and operating legislation in Brazil, a case study was carried out in loco where, in the past, a gold mining was carried out, as well as a brief historical survey of the village which was formed in the region due to the exploitation of gold. As a result, it was possible to obtain an orthophotomosaic from the area, as well as an elevation map and a raised terrain model, also called a 3D map, and to approximate the volume of material extracted from the site during the mining operation.

Key words: RPA, drone, gold-digging, gold, map 3D.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Igreja Matriz de Nossa Senhora do Desterro..... | 18 |
| Figura 2 – Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos..... | 19 |
| Figura 3 – Gravura do mapa mostrando o Julgado do Desemboque e Araxá, além Comarca de Paracatu..... | 20 |
| Figura 4 – Poligonal do processo nº 831018/ 2011 (azul), detalhe da marcação do povoado do Desemboque e área do levantamento realizado com drone..... | 23 |
| Figura 5 – Poligonal do processo nº 831018/ 2011..... | 23 |
| Figura 6 – Corte em barranco da área de estudo..... | 24 |
| Figura 7 – Corte em barranco da área de estudo, mostrando a camada de sedimentos de origem aluvial. (aproximação)..... | 25 |
| Figura 8 – Sedimentos rolados, como bordas arredondadas..... | 25 |
| Figura 9 – Drone DJI Phantom 4 PRO OBSIDIAN..... | 27 |
| Figura 10 – Tela inicial do aplicativo e função “Plan a map flight”..... | 28 |
| Figura 11 – Tela inicial do aplicativo e função “Plan a map flight”..... | 28 |
| Figura 12 – Tela do aplicativo detalhe do polígono e linhas com “waypontos”..... | 28 |
| Figura 13 – Tela do aplicativo, detalhe das configurações utilizadas no plano de voo em Desemboque..... | 29 |
| Figura 14 – Tela do aplicativo, detalhe das configurações utilizadas no plano de voo em Desemboque..... | 29 |
| Figura 15 – Tela do aplicativo, detalhe das configurações utilizadas no plano de voo finalizado..... | 30 |

| | |
|--|----|
| Figura 16 – Momento da decolagem em campo..... | 31 |
| Figura 17 – Tela do aplicativo DroneDeploy. Detalhe do plano de voo e traçado.... | 33 |
| Figura 18 – Exemplos de planos base utilizados para calculo de Volume | 35 |
| Figura 19 – Detalhe da marcação das grotas para calculo do volume..... | 35 |
| Figura 20 – Detalhe do mapa de Elevação e as marcações realizadas das áreas das grotas do antigo garimpo..... | 36 |
| Figura 21 – Ortofotomosaico da área do garimpo em Desemboque-MG..... | 37 |
| Figura 22 – Foto realizada pelo Drone durante o levantamento, foto com ótima qualidade..... | 38 |
| Figura 23 – Mapa de Elevação do Garimpo em Desemboque-MG..... | 39 |
| Figura 24 – Mapa em 3 dimensões do Garimpo de Desemboque-MG..... | 40 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Calculo de volume em m³, Grotas do garimpo de Desemboque-MG.....40

Tabela 3 – Calculo de volume em massa, Grotas do garimpo de Desemboque-MG.....40

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1- INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1. OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.2. METODOLOGIA..... | 14 |
| | |
| 2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | |
| | |
| 2.1. LEVANTAMENTO HISTÓRICO DO DISTRITO E DO GARIMPO AURÍFERO DE DESEMBOQUE – MG..... | 16 |
| 2.1.1. O garimpo, primeiras descobertas e o ciclo do ouro no Brasil colonial..... | 16 |
| 2.1.2. A fundação da povoação do Desemboque..... | 17 |
| 2.1.3. O significado do nome Desemboque..... | 19 |
| 2.1.4. Do ciclo do ouro ao fim do berço do Triângulo Mineiro..... | 21 |
| | |
| 2.2. LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DO GARIMPO | |
| 2.2.1. O direito mineral..... | 22 |
| 2.2.2. Geologia regional..... | 22 |
| 2.2.3. Geologia local..... | 22 |
| | |
| 3. ESTUDO DE CASO: LEVANTAMENTO AÉREO FOTOGRAFÉTRICO 3D DO GARIMPO DE DESEMBOQUE POR DRONE | |
| 3.1. DADOS TÉCNICOS DO DRONE..... | 26 |
| 3.2. DEFINIÇÕES DO PLANO DE VOO..... | 26 |
| 3.3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PRÉ-VÔO..... | 30 |
| 3.4. APLICATIVO UTILIZADO – DRONEDEPLOY..... | 32 |
| 3.5. PROCESSAMENTO DAS FOTOS..... | 33 |
| 3.5.1. Procedimento de Cálculo de volume..... | 33 |
| | |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | |
| 4.1. ORTOFOTOMOSAICO..... | 37 |
| 4.2. MAPA DE ELEVAÇÃO..... | 38 |

| | | |
|------|---------------------------|----|
| 4.3. | CÁLCULO DE VOLUME..... | 39 |
| 4.4. | MAPA 3D DO GARIMPO..... | 39 |
| 5. | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |
| 6. | REFERÊNCIAS..... | 43 |
| 7. | ANEXOS | |

1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se neste Trabalho de Conclusão de Curso o resultado de um levantamento bibliográfico acerca do Garimpo de Ouro de Desemboque, atualmente um distrito localizado no município de Sacramento, Minas Gerais, e uma aplicação técnica, com utilização de drones para, para investigação aérea da espaço lavrado pelo garimpo.

De acordo com PONTES (1978), o arraial Desemboque foi fundado em entre 1735 e 1740, por Guarda-Mor Feliciano Cardoso de Camargo, junto com outros companheiros, a margem esquerda do rio das Abelhas – hoje rio das Velhas. “No auge de seu desenvolvimento, Desemboque tinha aproximadamente 190 casas e uma população por volta de mil habitantes. Padres, autoridades militares, garimpeiros, escravos, prostitutas, oficiais da coroa portuguesa, criminosos de todas as espécies, entre outros, formaram sua heterogênea população” (NABUT, 1986).

De 1743 a 1781, saíram das minas do Desemboque 100 arrobas (cerca de 1500 kg) de ouro” (PONTES, 1978). Quando o ouro começou a se esgotar, Desemboque foi perdendo sua importância, a população foi diminuindo, e a mineração foi, aos poucos, sendo substituída pelas atividades rurais que exigiam mão-de-obra menor.

Igualmente, não se sabe se foram realizados estudos geológicos para avaliação dessa ocorrência de ouro, bem como o impacto dessa atividade de mineração na região. Além disso, como o método de lavra empregado na época era muito rudimentar e predatório, não é possível afirmar que a ocorrência foi exaurida.

Esse garimpo de ouro de Desemboque é considerado o berço de toda a civilização do Triângulo mineiro, mas o povoado de desemboque está em plena em decadência.

Drones, por outro lado, podem ser utilizados no mapeamento geológico, monitoramento de barragens, controle de desmontes entre outros. Inclusive tem se mostrado uma excelente ferramenta com resultados de alta qualidade e baixo custo. Auxiliando na tomada de decisões, além da baixa exposição dos trabalhadores à

locais com alto potencial de risco a segurança. Um levantamento bibliográfico acerca dos drones encontra-se no Anexo 2.

Nos últimos anos, tecnologias de sensoriamento remoto vêm ganhando espaço, uma vez que proporcionam resultados cada vez mais rápidos e precisos, como VANT e LiDAR, capazes de gerar Modelo Digital do Terreno (MDT) de alta acurácia, sem a necessidade direta do contato do operador com a superfície modelada. (SILVA, 2016)

1.1. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo rever a bibliografia existente acerca do garimpo de desemboque e levantar, com auxílio de drone e suas tecnologias de tratamento de dados, a área lavrada pelo garimpo e a inspeção visual da situação ambiental do local. Esse é o primeiro passo para, em continuidade, estabelecer uma nova etapa de estudos sistemáticos envolvendo o mapeamento geológico físico da área garimpada e coleta de amostras para um estudo de prospecção mineral e ambiental. Salienta-se que essa nova etapa não é objeto deste trabalho de conclusão de curso porque demanda um intervalo tempo maior e necessita de financiamento para sua operacionalidade.

1.2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da primeira etapa desse projeto de longo prazo, apresentado neste TCC, foram utilizadas as metodologias convencionais, partindo-se de levantamento bibliográfico, seguido do estudo de caso e, conseqüentemente, da análise dos resultados, como meio de facilitar o entendimento acerca do uso e do alcance da utilização de drones na geologia e mineração. Conseqüentemente, da redação e defesa do TCC para obtenção da graduação em Engenharia de Minas pelo CEFET/Araxá.

A revisão bibliográfica ateuve-se à geologia local e regional, ao histórico da região estudada e à legislação, fiscalização e operação do drones no Brasil. O estudo de caso foi realizado in loco na região de Desemboque, município de Sacramento, no estado de Minas Gerais onde, no passado, existia um garimpo de ouro. Para realização desse estudo de caso, que compreendeu o levantamento

aéreo e coleta de dados aerofotogramétricos, foi utilizado um drone de 4 hélices, modelo Phantom 4 PRO OBSIDIAN fabricado pela empresa chinesa DJI.

As imagens capturadas pelo drone foram destinadas à criação de um ortofotomosaico que foi utilizado para a realização de um mapa digital em 3 dimensões, que serviu de base para dimensionar a área ocupada pelo antigo garimpo e a estimativa do volume de material removido.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. LEVANTAMENTO HISTÓRICO DO DISTRITO E DO GARIMPO AURÍFERO DE DESEMBOQUE - MG

3.1.1. O GARIMPO, PRIMEIRAS DESCOBERTAS E O CICLO DO OURO NO BRASIL COLONIAL.

Segundo SCLIAR (1996), os primeiros passos da mineração no Brasil se deram por meio dos garimpos e eles foram dados, provavelmente, com a chegada dos escravos e dos fiscais da coroa nas regiões mineradoras. A principal característica do garimpo, ao longo da história, e até os dias atuais, tem sido a produção e comercialização clandestina de minérios.

Muitas leis foram criadas com o objetivo de enquadrar a garimpagem, mas nunca conseguiram disciplinar totalmente essa atividade.

“Normalmente as áreas garimpadas são aquelas onde ocorrem depósitos de bens de alto valor, em grande concentração, fácil extração e comercialização.” (SCLIAR, 1996). Nesse sentido os principais bens extraídos em garimpos são: ouro, diamante, gemas em geral, cassiterita e columbita-tantalita.

“Quando, senhor, às cousas de ouro não deixo de inquirir e procurar sobre o negócio e cada vez se esquentam mais as novas.” (Duarte Coelho, Carta a Dom João III, datada de 27/04/1542).

“Em 1554 as primeiras notícias referentes a minério de ferro encontrado no Brasil, foram relatadas em documentos enviados a coroa, por José de Anchieta” (SCLIAR, 1996)

Entre os historiadores não existe uma concordância da data exata em que se encontraram as primeiras minas. Sabe-se que somente a partir de 1699 é que remessas de ouro foram enviadas para Lisboa e que a partir daí só aumentaram. “...725 quilos em 1699, 1795 quilos em 1701 e 4350 quilos em 1703” (PAULA, 1988 apud SCLIAR, 1996).

Segundo SCLIAR (1996), a expedição de Fernão Dias Paes ocorrida por volta de 1699, que partiu de São Paulo na direção norte, foi estabelecendo pousos em todo o trajeto, até chegar ao rio das Velhas (atualmente rio Araguari). Ali chegando, encontraram as primeiras pepitas de ouro. A partir dessa ocasião, diversos foram os caminhos percorridos para alcançar os depósitos de ouro em Minas Gerais.

“Como essas ocorrências de ouro estavam associadas, principalmente, a depósitos aluvionares, com alguns jazimentos em rochas, não havia necessidade de processos especiais para sua lavra, era só apanhá-lo nos cascalhos e nas baixadas ou nas areias dos ribeirões.” (SCLIAR, 1996)

“Havia ouro livre, em pó ou em pepitas, já acumulado em grandes quantidades pela natureza e separado da ganga. Era uma verdadeira catação manual que só necessitava do braço humano, sem nenhum preparo especial ou inteligência amestrada” (ABREU apud SCLIAR, 1996).

O chamado Ciclo do Ouro no Brasil durou cerca de 100 anos (1690 a 1790) e cumpriu um papel importante na acumulação de riquezas e no desenvolvimento do Brasil colônia, influenciando em fluxos de pessoas e de mercadorias.

3.1.2. A FUNDAÇÃO DA POVOAÇÃO DO DESEMBOQUE

Segundo o historiador PONTES (1978), não foram os Bandeirantes Paulistas que iniciaram a povoação do Desemboque, apesar de relatos de bandeiras anteriores terem passado próximo ao Rio das Velhas. O início da povoação aconteceu por volta do ano de 1735, quando o Guarda-mor¹ Feliciano Cardoso de Camargo, partindo do Arraial de Tamanduá (atual Itapecerica), transpôs o Rio São Francisco e fundou aos pés da Serra da Canastra um povoado chamado “Tabuleiro”.

“Após 3 anos de fundada a povoação, um grupo de mais de cem índios caiapós vindo do Rio Grande, atacaram o local com flechas, mataram os moradores e os comeram.” (NABUT, 1986)

Era noite. De longe, avistou o fogo. Na suposição de que fosse atado por amigos, ele e seu companheiro Manuel Vaz adiantaram-se dos demais.

¹ Considerado um título oficial do chefe dos policiais dos portos, ou seja, o representante do fisco dos navios. Mor é um adjetivo na língua portuguesa, considerado a forma abreviada de “maior”.

Logo à entrada do arraial caíram em poder dos ferozes caiapós que os comeram assados, pois no dia seguinte José Serra e os companheiros, indo ao arraial, só encontraram as cinzas deste, ossos e manchas de sangue... (PONTES, 1978)

O Guarda-mor Feliciano, que escapara do massacre, retorna ao arraial do Tamanduá (Itapeçerica), de onde mais tarde, em companhia de novas pessoas, volta à região do Tabuleiro. “E, a três léguas abaixo do extinto Tabuleiro, fundou nova povoação no lado esquerdo do rio das abelhas, que denominou Nossa Senhora do Desterro das Cabeceiras do rio das Abelhas” (NABUT, 1986).

Nesse local, em 1743, iniciou-se a construção uma igreja em homenagem a Nossa senhora do Desterro, finalizada em 1754. Há também no povoado a Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos, que como próprio nome diz, era utilizada pelas pessoas de cor negra e miscigenados que habitavam o povoado. Ambas possuem um acervo de obras barrocas de valor incalculável, entre imagens e a própria construção de arquitetura colonial.



Figura 1: Igreja Matriz de Nossa Senhora do Desterro. Fonte: do autor



Figura 2: Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos. Fonte: do autor

Posteriormente, a Capitania de Minas criou o Julgado de Nossa Senhora do Desterro das Cabeceiras do Rio das Abelhas, que abrangia todo o território que hoje seria o Triângulo Mineiro.

3.1.3. O SIGNIFICADO DO NOME DESEMBOQUE

“Primeiro se chamou a Freguezia de Nossa senhora do Desterro das Cabeceiras do Rio das Velhas, os modernos alteraram essa antiga denominação para a de Nossa Senhora do Desterro do Dezemboque, que é

uma catadupa² que existe no Rio Grande, distante da povoação mais de cinco léguas: e com este nome se distingue em papéis públicos.” (BRUONSWIK, 1829 apud NABUT, 1986)

“A denominação Desemboque vem de certa parte do Rio Grande cujas águas embocando por um estreito canal entre serras, se subdividem em cinco braços apertados entre ilhas de terras.” (PONTES, 1978)

Durante a passagem dos anos o povoado recebera uma série de nomes, conforme PONTES (1978) relata: “Rio das abelhas, Arraial das abelhas, Arraial do Rio das Abelhas, Desterro do Descoberto, Descoberto das Cabeceiras do Desterro do Rio das Velhas....”

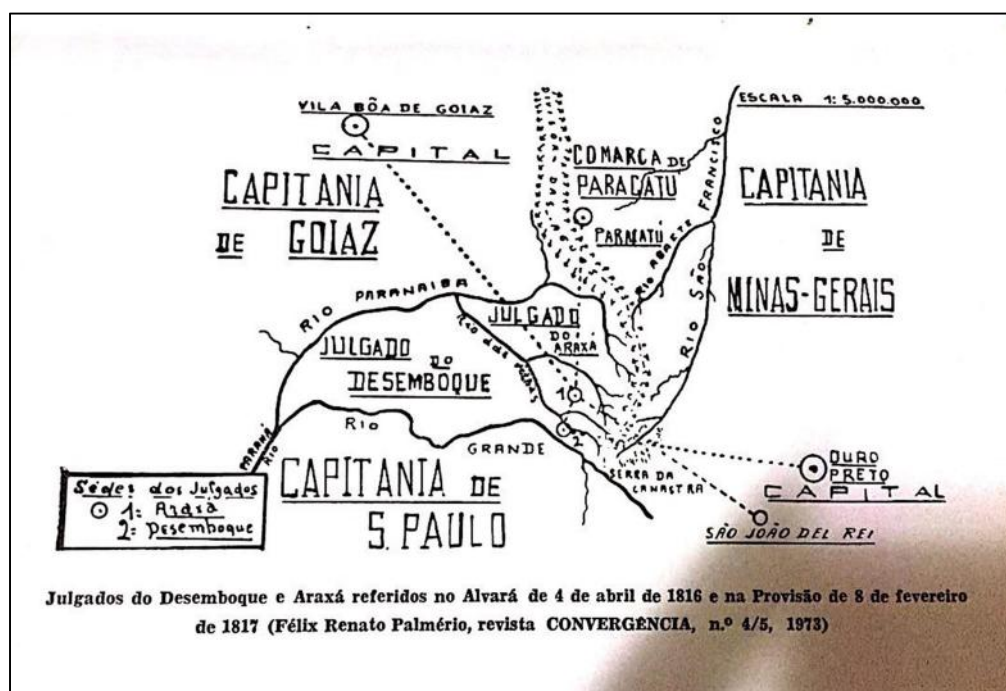


Figura 3: Gravura do mapa mostrando o Julgado do Desemboque e Araxá, além da Comarca de Paracatu. Fonte: PALMÉRIO (1973) apud NABUT (1986).

Segundo o historiador NABUT (1986), o nome se deu pela localização entre as principais capitânicas da época. O arraial ficava no final da picada³ que vinha da Capitania de São Paulo e também no final da picada que vinha da capitania de Minas Gerais e que atravessava a serra que fazia divisa com Goiás. Ou seja, todos os principais caminhos da época “desembocavam” naquele lugar, por isso o nome.

² O mesmo que cachoeira.

³ Caminhos abertos nas matas pelos desbravadores do Brasil.

O povoado também foi chamado de Nossa Senhora do Desemboque até que a lei estadual nº 843, de 07-09-1923, alterou a nomeação, quando o então distrito do município de Sacramento, passou a ser chamado somente Desemboque.

3.1.4. DO CICLO DO OURO AO FIM DO BERÇO DO TRIÂNGULO MINEIRO

De acordo com SAMPAIO (1971) *apud* NABUT (1986), saíram das minas do Desemboque 100 arrobas de ouros, cerca de 1500 quilos. Essa quantidade pode ser ainda maior, pois não levam em consideração os roubos e o contrabando que possam ter ocorrido.

Considerando o valor da grama de ouro na data de 10 de novembro de 2018, como sendo de R\$147,134 (BOVESPA, 2018), o valor atualizado seria de R\$220.695.000,00. “O Brasil é o décimo terceiro maior produtor de Ouro, com produção de 66 toneladas em 2011.” (DNPM, 2009). Em comparação, a produção de Desemboque é somente 2,3% da produção nacional no ano 2011. O que é muito, em comparação com a tecnologia e mão-de-obra, aplicadas atualmente para a obtenção desse metal.

Em 1764, o povoado tinha 196 casas e mais de mil habitantes. Mas a partir de 1781, as minas foram se esgotando, rapidamente, e o Desemboque foi perdendo a sua importância, com a mineração, nômade e predadora, sendo substituída pelas atividades rurais, mais estáveis e menos exigentes em volume de mão-de-obra. (NABUT, 1986)

A partir da virada do século XIX, o despovoamento foi acentuado, com grandes volumes de pessoas partindo rumo ao novo descoberto Sertão da Farinha Podre (todo o atual Triângulo Mineiro), em busca de talvez outras minas de ouro e/ou novas oportunidades.

Segundo SAMPAIO (1971) *apud* NABUT (1986), quando o local já se encontrava em decadência o Padre Hermógenes Cassimiro de Araújo Bruonswik vigário de 1814 a 1862, conseguiu a elevação de arraial á categoria de vila. Mas logo após sua morte, Desemboque perdeu sua autonomia passando a distrito de Sacramento, como é até hoje.

⁴ O preço do ouro no Brasil é vinculado às cotações da Bolsa de Nova York e Londres sofrendo influência direta das perspectivas do mercado interno e da cotação do dólar.

3.2. LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DA REGIÃO DO GARIMPO

3.2.1. O DIREITO MINERAL

Segundo o Sistema do DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, atual ANM – Agência Nacional de Mineração, existe um processo minerário sob o número 831018/ 2011 (conforme figura 6), com área de 899,77 hectares, em fase de Autorização de Pesquisa, na região do garimpo de Desemboque, sendo o título de Alvará de Pesquisa, mas o mesmo se encontra vencido desde 06/02/2017.

O titular do processo é o Engenheiro de Minas Carlos Alberto Borges Rodrigues da Cunha, morador da cidade de Uberaba. Atualmente ele é proprietário de uma empresa de rochas ornamentais brutas e com vendas diretas ao consumidor final. Em entrevista realizada, o proprietário relatou não ter nenhum trabalho de pesquisa sendo realizada na área do processo, além de não ter sido realizado nenhum estudo anterior.

3.2.2. GEOLOGIA REGIONAL

A formação em estudo faz parte da Província Tocantins, ambiente geotectônico regional, que é constituída pelas faixas de dobramento Brasília, Paraguai e Araguaia, resultantes da convergência dos Crátons do Amazonas e do São Francisco durante a Orogênese Brasileira (SILVA, 2014). Nessa convergência e colisão foram formados arcos magmáticos, e a tectônica de deformação produziu dobramentos e cavalgamentos no sentido dos Crátons.

Ainda conforme SILVA, (2014) no sudeste da faixa Brasília, a convergência entre a massa continental da Placa Sanfranciscana ocorreu em relação ao bloco continental do Paranapanema. Esse bloco está encoberto pelos sedimentos da Bacia do Paraná, porém seus limites podem ser inferidos com a contribuição da anomalia gravimétrica Bouguer.

A unidade estratigráfica regional é a Formação Canastra Indiviso, possuindo litologias como: filito, metarenito, mica xisto, grafita xisto, sericita xisto, calcário, ardósia, metassiltito e matargilito. (CORTES, 2014)



Figura 4: Poligonal do processo nº 831018/ 2011 (azul), detalhe da marcação do povoado do Desemboque e área do levantamento realizado com drone (verde). Fonte: Dados DNPM

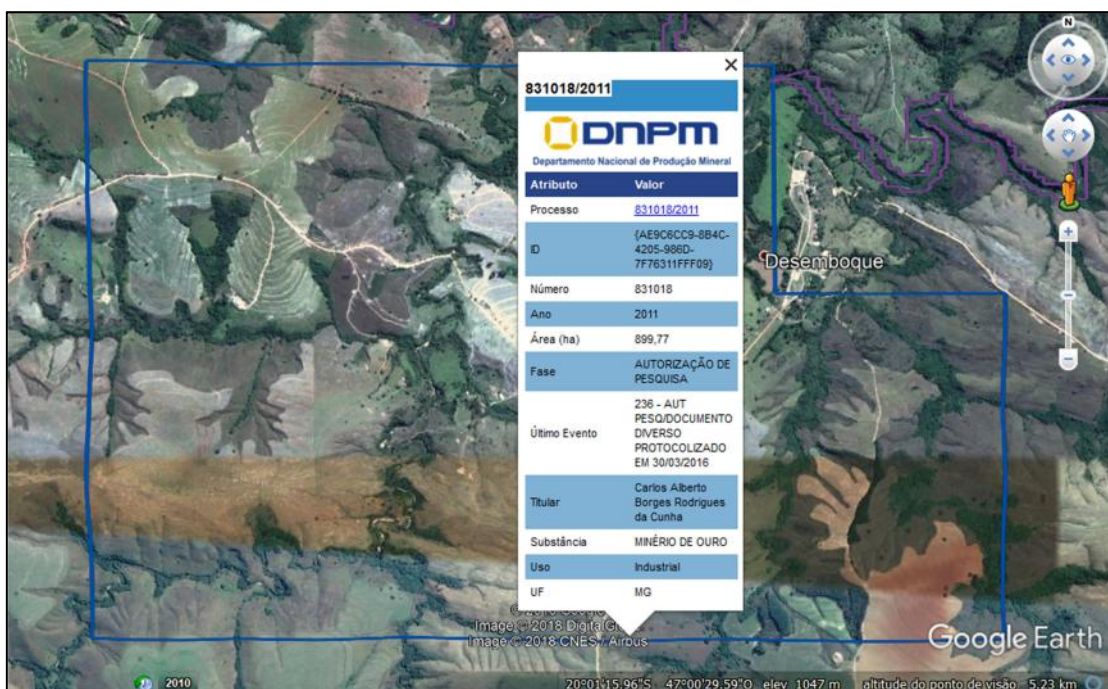


Figura 5: Poligonal do processo nº 831018/ 2011 (azul). Fonte: Dados DNPM

3.3. GEOLOGIA LOCAL

De acordo com observações realizadas em campo a área em estudo é formada por solos Aluviais (Neossolos). Sendo a origem do ouro a sedimentação natural

Segundo HASUI (2014) os solos Aluviais são solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos e originados de sedimentos aluviais não consolidados. Apresentam sequência de horizontes A e C, sendo que o horizonte A está assentado sobre camadas estratificadas sem relação pedogenética e com granulometria, composição química e mineralógica muito variadas.

“Localizam-se em áreas planas, nas planícies de inundação dos rios, sob vegetação Pioneira de Influência Fluvial e Estepe. As condições de má drenagem e as frequentes inundações limitam a utilização agrícola destes solos. Eventualmente são usados com pastagem extensiva e cultivo de milho.” (TEIXEIRA, 2017).



Figura 6: Corte em barranco da área de estudo, mostrando a camada de sedimentos de origem aluvial. Fonte: do autor



Figura 7: Corte em barranco da área de estudo, mostrando a camada de sedimentos de origem aluvial. (aproximação) Fonte: do autor

Por toda a área é possível encontrar sedimentos rolados revolidos indicando a origem aluvial do solo e correspondentemente do ouro encontrado há anos atrás no local.



Figura 8: Sedimentos rolados, como bordas arredondadas. Fonte: do autor

4. ESTUDO DE CASO: LEVANTAMENTO AÉREO FOTOGRAFÉTRICO 3D DO GARIMPO DE DESEMBOQUE POR DRONE

4.1. DADOS TÉCNICOS DO DRONE

O equipamento utilizado para a realização desse trabalho trata-se de um Drone da fabricante chinesa DJI, o modelo é o Phantom 4 PRO OBSIDIAN (ver figura 8) que pesa aproximadamente 1388 gramas com hélices e bateria e possui uma câmera com capacidade para fotos de 20 megapixels, sistema de estabilização por Gimbal⁵, sendo capaz de produzir vídeos em 4K. Além disso, possui controle remoto e sensores de detecção de obstáculos em 5 direções, sendo esse modelo homologado pela Anatel.

Segundo o Manual do proprietário o RPA possui liga de titânio e construção em liga de magnésio que aumenta a rigidez da estrutura de ar e reduz o peso. Possui o sistema chamado FlightAutonmy que inclui sensores de detecção de obstáculos em todas as direções. Ele vem com 3 sensores de visão dupla e sensores infravermelhos que calculam a distância entre seu drone e outros objetos e te dão uma percepção melhor do ambiente.

O drone tem uma capacidade de voo de até 30 minutos podendo chegar a velocidades até 50Km/h e 72Km/h no modo esportivo. Além disso, ele tem um sensor com alcance de 30 metros e controle de longo alcance de 7 Km. A aeronave possui a capacidade de voo em altura máxima de 16685 pés (6000 metros) acima do nível do mar, sendo que a faixa de temperatura operacional fica entre 0°C a 40 °C.

4.2. DEFINIÇÕES DO PLANO DE VOO

Para ter o acesso a plataforma online bem como as funções do aplicativo, o usuário deve se cadastrar na plataforma online. O aplicativo e uso da plataforma online para o processamento dos dados obtidos são pagos e a empresa disponibiliza 30 dias gratuitos com todas as funções liberadas. É possível utilizar o aplicativo para realização de planos de voo e realização do levantamento, somente as funções de

⁵ O gimbal é um acessório utilizado em drones com o objetivo de estabilizar a imagem das câmeras acopladas a eles. (TECHTUDO, 2016)

processamento é que são bloqueadas. O valor para obtenção de licença é U\$ 996,00 (aproximadamente R\$3.834,60) por ano ou U\$129,00 (aproximadamente R\$496,65) por um mês.

Após o cadastro deve-se no caso de um plano de voo novo, acessar a função “Plan a map Flight”, para iniciar, conforme figuras 9 e 10. O aplicativo abrirá na localização atual do usuário.



Figura 9: Drone DJI Phantom 4 PRO OBSIDIAN, utilizado na realização desse trabalho. Fonte: do autor.

É possível determinar um polígono de sobrevoo onde se quer realizar o levantamento. Esse polígono é realizado sobre a imagem de satélite do Google Earth. O que proporciona uma noção da localização, relevo e vegetação, no caso, para a marcação da área. Nessa etapa é importante determinar o ponto de início e final do levantamento. Sendo que o ponto final deve ser o mais próximo possível do ponto em que acontece a decolagem e onde o piloto está durante todo o trabalho.

A determinação da área a ser levantada está diretamente relacionada à quantidade de baterias carregadas disponíveis, o aplicativo calcula baseado no tempo de duração e velocidade de voo, a quantidades de baterias serão necessárias. Nesse momento deve-se ajustar a taxa de cobertura à frente e de lado das fotos a serem retiradas.

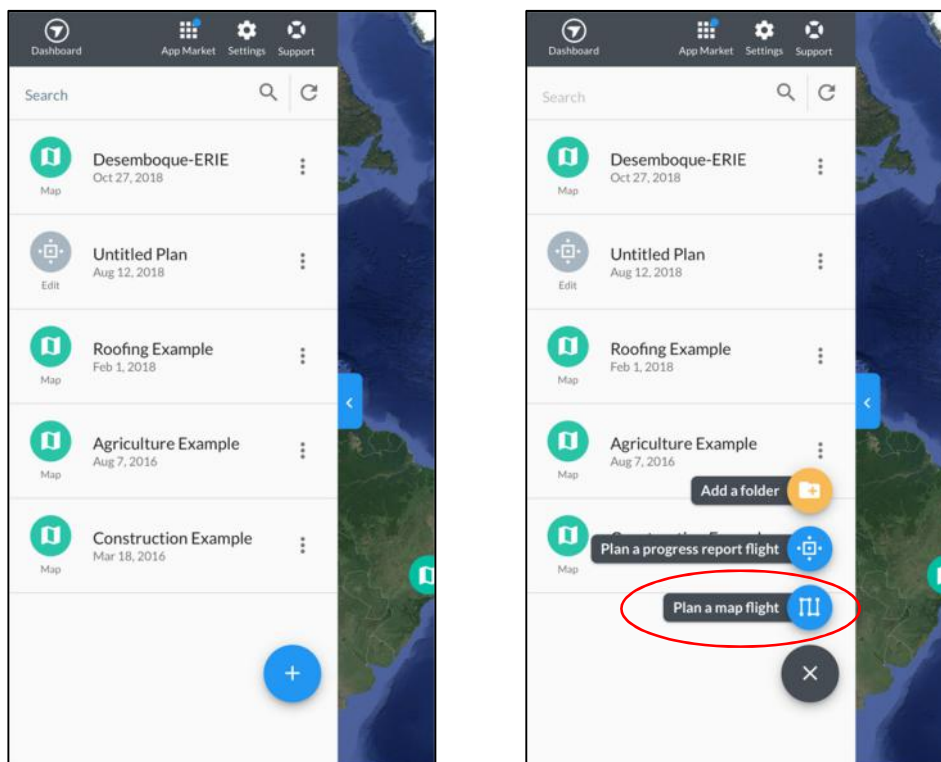


Figura 10 e 11: tela inicial do aplicativo e função “Plan a map flight”. Fonte: do autor



Figura 12: Tela do aplicativo detalhe do polígono e linhas com “waypoints”. Fonte: do autor

- Sidelap: a porcentagem de sobreposição entre cada perna de voo. (de ambos os lados da foto). Foram utilizados 75% de sobreposição.

- Frontlap: a porcentagem de sobreposição entre uma imagem e a próxima. O aumento do frontlap tem um efeito mínimo na duração do voo e aumenta a acurácia e consequentemente a qualidade do mapa. Foram utilizados 75% de sobreposição.
- Starting Waypoint: o primeiro waypoint que será realizado.
- Max flight speed: ajusta a velocidade de voo, quanto menor a velocidade, menos o risco de arraste nas fotos e melhor estabilização. Mas a velocidade também interfere no gasto de bateria. A velocidade utilizada foi de 15 m/s ou 34 mph (milhas por hora)
- Flights Altitude: ajusta a altitude de voo em relação ao ponto de partida. Ou seja, deve-se atentar para realizar o início sempre a parte mais alta do relevo. Para que não se corra risco de colisão com obstáculos mais altos. Foram utilizados 50 metros ou 164 pés de altitude de voo.
- Make available off-line: essa função deve ser habilitada, pois garante que seja possível modificar o plano de voo em locais sem internet disponível.

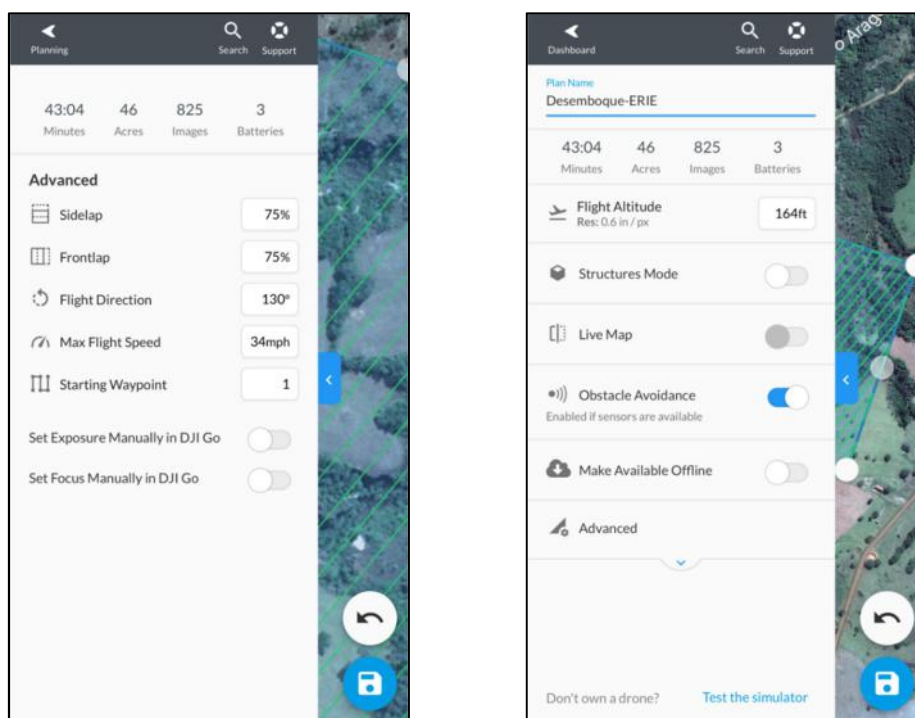


Figura 13 e 14: Tela do aplicativo, detalhe das configurações utilizadas no plano de voo em Desemboque. Fonte: do autor

Após a finalização das configurações e preferências deve salvar o plano de voo. Para ser posteriormente aberto e utilizado em campo.

Em campo o aplicativo é sincronizado com o controle do drone. E realiza o plano de voo imediatamente após a decolagem, se dirigindo ao ponto de partida seguindo os pontos e linhas pré-determinadas. As fotos são retiradas instantaneamente ao sobrevoar o ponto determinado e são enviadas por telemetria à memória do dispositivo sincronizado.

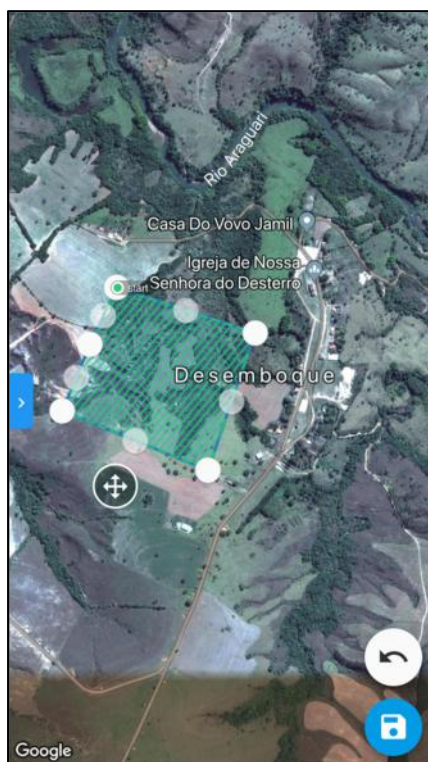


Figura 15: tela do aplicativo, detalhe das configurações utilizadas no plano de voo finalizado. Fonte: do autor

4.3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PRÉ-VÔO

Para garantir uma operação segura e eficiente deve-se garantir que o equipamento esteja adequado e as condições para o voo satisfatórias. Para isso alguns procedimentos devem ser seguidos, são eles:

- Funcionamento do drone - inspecionar visualmente o equipamento para localizar possíveis danos, garantindo que ele esteja pronto e seguro para voar. Verificar se a bússola está calibrada e se a conectividade GPS está funcionando corretamente. Verificar se o controle remoto está carregado.
- Aplicativos – verificar se o aplicativo DroneDeploy está atualizado com as versões mais recentes.

- Baterias carregadas – verificar a carga da bateria que deve estar totalmente carregada para o início do voo. É recomendável que se tenha uma ou duas baterias sobressalentes para voos mais longos.
- Cartão SD com espaço adequado para suas imagens - Sempre formate seu cartão SD antes de sair para voar para evitar complicações.
- Clima adequado para o voo - utilize sites como o Climatempo.com para verificar se a área em que será realizado o voo tenha um bom tempo. Os ventos fortes, as baixas nuvens e a chuva podem impedir a realização do voo e consequentemente o mapeamento.
- Espaço aéreo limpo para o seu voo – garantir que a área de voo esteja limpa para o uso de drones, revisando quaisquer restrições do espaço aéreo na área.



Figura 16: Momento da decolagem em campo. Fonte: do autor

4.4. APLICATIVO UTILIZADO - DRONEDEPLOY

O aplicativo de voo utilizado foi o DroneDeploy, ele funciona diretamente com um sistema operacional chamado SDK desenvolvido pela fabricante do drone. A DJI fornece aos desenvolvedores um Sistema de Desenvolvimento de Software (DJI SDK), que permite que o DroneDeploy se conecte a drones DJI e execute funções como voo automatizado e coleta de dados por telemetria⁶.

Para um determinado voo, o aplicativo DroneDeploy envia waypoints (pontos de referência) para o DJI SDK, que, por sua vez, os envia para o drone. O Plano de Voo é então armazenado no drone no seu piloto automático, que controla o voo. Antes do início da operação, os waypoints são enviados para o drone, bem como são repetidos para o controle remoto e sistema do aplicativo, assim é possível garantir que o drone “ouviu o que foi dito”.

É possível acompanhar o desenvolvimento do levantamento através da tela do aplicativo DroneDeploy, onde estão exibidos esses waypoints, incluindo a altitude de cada waypoint e quando ele voa em direção.

Uma vez que o usuário aperta o botão "Takeoff", é passado ao drone para executar os waypoints, e todas as ações subsequentes são totalmente manipuladas pelo Controle de voo do drone. A telemetria do drone é tratada pelo DJI SDK - e exibida na tela, conforme figura 9.

Uma vez em voo, DroneDeploy monitora as informações enviadas por telemetria e não fornece nenhuma outra instrução ou dá outra opção de controle para o voo do drone, a não ser a função “Return to Home” (Voltar para casa), essa função interrompe imediatamente o plano de voo e faz com que o drone se dirija para o ponto de partida em linha reta. Não sendo utilizada a função de retorno, o drone realiza todo o trajeto interrompendo-o somente para a troca de baterias. Assim que a bateria é repostada ele é lançado e retorna do ponto em que parou.

⁶ Telemetria é um sistema tecnológico de monitoramento, utilizado para comandar, medir ou rastrear alguma coisa à distância, através de comunicação sem fio (sinais de rádio ou satélite).



Figura 17: Tela do aplicativo DroneDeploy. Detalhe do plano de voo e traçado. Na parte superior da tela é possível ver a imagem da câmera do drone em tempo real. Fonte: do autor

4.5. PROCESSAMENTO DAS FOTOS

Após a realização do levantamento em campo as fotos georreferenciadas são retiradas do cartão de memória e é realizado um “upload” no sistema do aplicativo por meio de um computador. Uma vez enviadas corretamente, o sistema realiza a processamento automático e após aproximadamente 12 horas retorna através de um e-mail, quando do término do processo de obtenção de ortomosaico e mapa em 3 dimensões. O acesso é realizado em plataforma online DroneDeploy.

4.5.1. Procedimento de cálculo de volume

A medição de volume utilizando o DroneDeploy é um processo extremamente rápido e prático. Primeiramente é preciso selecionar uma área para calcular o volume. No caso do levantamento para esse trabalho, as áreas a serem marcadas foram às áreas das grotas formadas pela extração do ouro. (Ver figura 18) Para facilitar a demarcação utilizou-se também o mapa de “Elevation”. (conforme figura 19).

Para se realizar corretamente a marcação deve-se:

- Adicionar pontos quanto seja necessário ao redor das grotas que deseja calcular o volume;
- Ajustar os pontos utilizando o mapa de elevação como base para um ajuste mais próximo do real
- Selecionar o plano base para calculo do volume, sendo que eles podem ser: Ajuste Linear, Ponto Mais Baixo e Triangulado.
 - Ajuste Linear: define o plano base ajustando um plano perfeitamente plano, em 3D, através dos pontos das bordas das grotas escolhidos.
 - Ponto mais baixo: calcula um plano de base horizontal a partir do ponto de borda mais baixo. Essa opção é mais adequada para calcular o volume de bancadas ou estoques em terreno plano em caixas ou onde há pilhas vizinhas uma contra a outra.
 - Triangulado: une todos os pontos de borda criando uma superfície sob o seu volume. Deve ser utilizado em estoques longos e finos, ou para grandes estoques com mais de 0,5 hectares de tamanho.

No caso do trabalho foi selecionado para plano base ideal, como sendo o Triangulado. Uma vez que as grotas apresentam áreas maiores de 0,5 hectares e o terreno apresentar topografia irregular, além das que as formas das grotas serem fina e longas.

Após a finalização das marcações o programa calcula o volume de acordo com os parâmetros de Corte, preenchimento e o somatório dos dois parâmetros.

- Cut (corte): refere-se ao volume teria de removido para aplainá-lo;
- Fill (preenchimento): corresponde ao volume que teria para transportar, "preencher" um furo, a fim de achatar a área.
- A somatória do volume de corte e de preenchimento, é apontada como sendo o volume real e são exibidos automaticamente no relatório.

No caso do cálculo do volume das grotas foram levados em consideração o parâmetro preenchimento, uma vez que elas se encontram abaixo da superfície criada pelo processamento da topografia, ou seja, os cálculos de volume entre o plano base e a superfície do terreno da área de interesse são dados em termos do

volume que precisaria ser removido ou adicionado para aplanar a superfície de modo que fique a mesma que o solo ao redor.

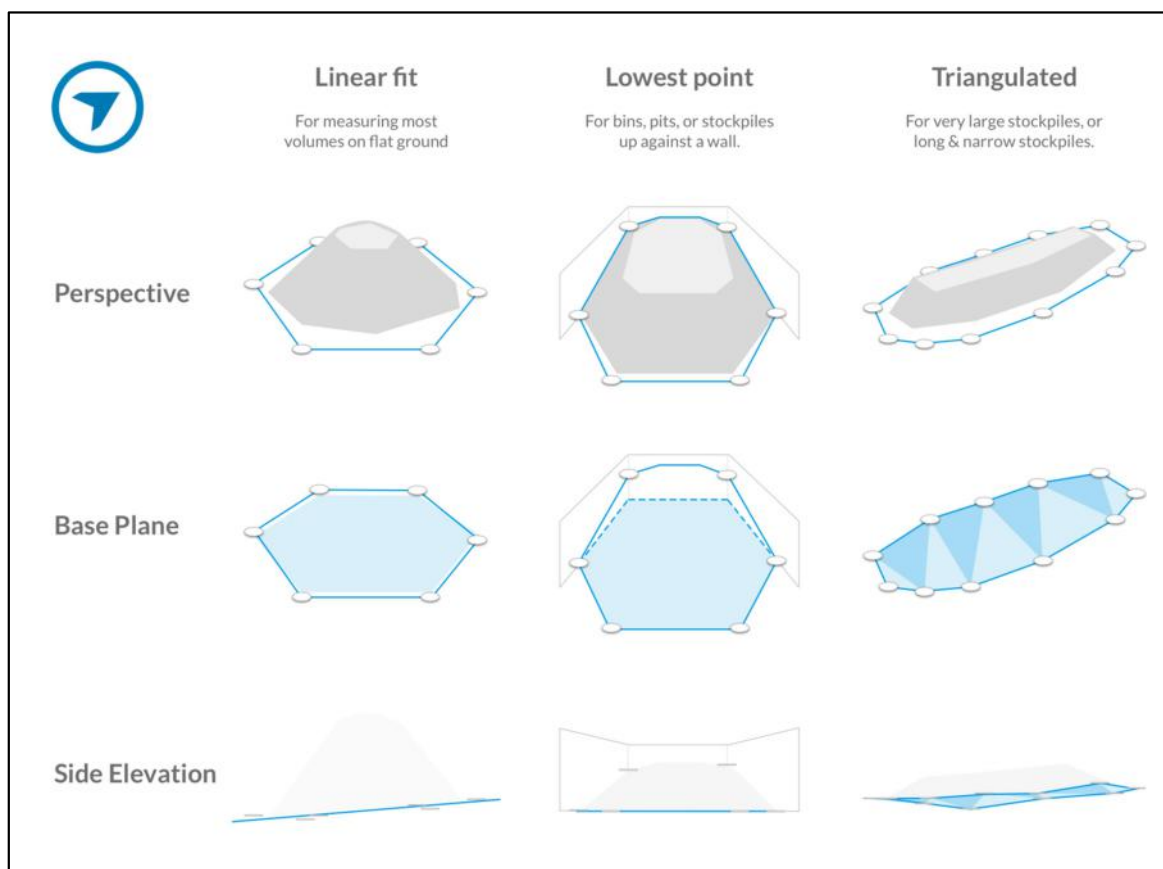


Figura 18: Exemplos de planos base utilizados para cálculo de Volume. Fonte: site DroneDeploy



Figura 19: Detalhe da marcação das grotas para cálculo do volume. Fonte: do autor

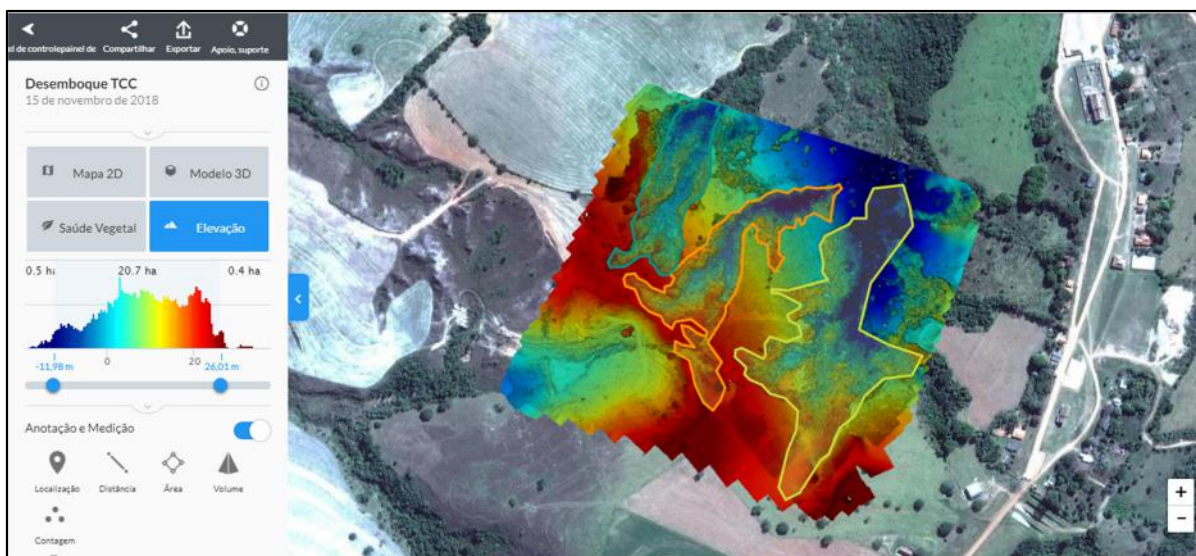


Figura 20: Detalhe do mapa de Elevação e as marcações realizadas das áreas das grotas do antigo garimpo. Fonte: do autor

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ORTOFOTOMOSAICO

O processo de obtenção do mapa em três dimensões, bem como ortomosaico georeferenciado foi realizado por meio do sistema do aplicativo Dronedeploy. Que realiza automaticamente o processamento.

Para a realização do levantamento com o drone foram utilizadas 3 baterias, o que se mostrou em conformidade com previsão do próprio aplicativo. O tempo gasto foi de aproximadamente 40 minutos entre o voo e trocas de baterias. Foram retiradas ao todo 854 fotos georreferenciadas que cobriram uma área de 23,8 hectares.

A resolução das imagens pós-processamento foi de 1,13cm/px (centímetros por pixel).

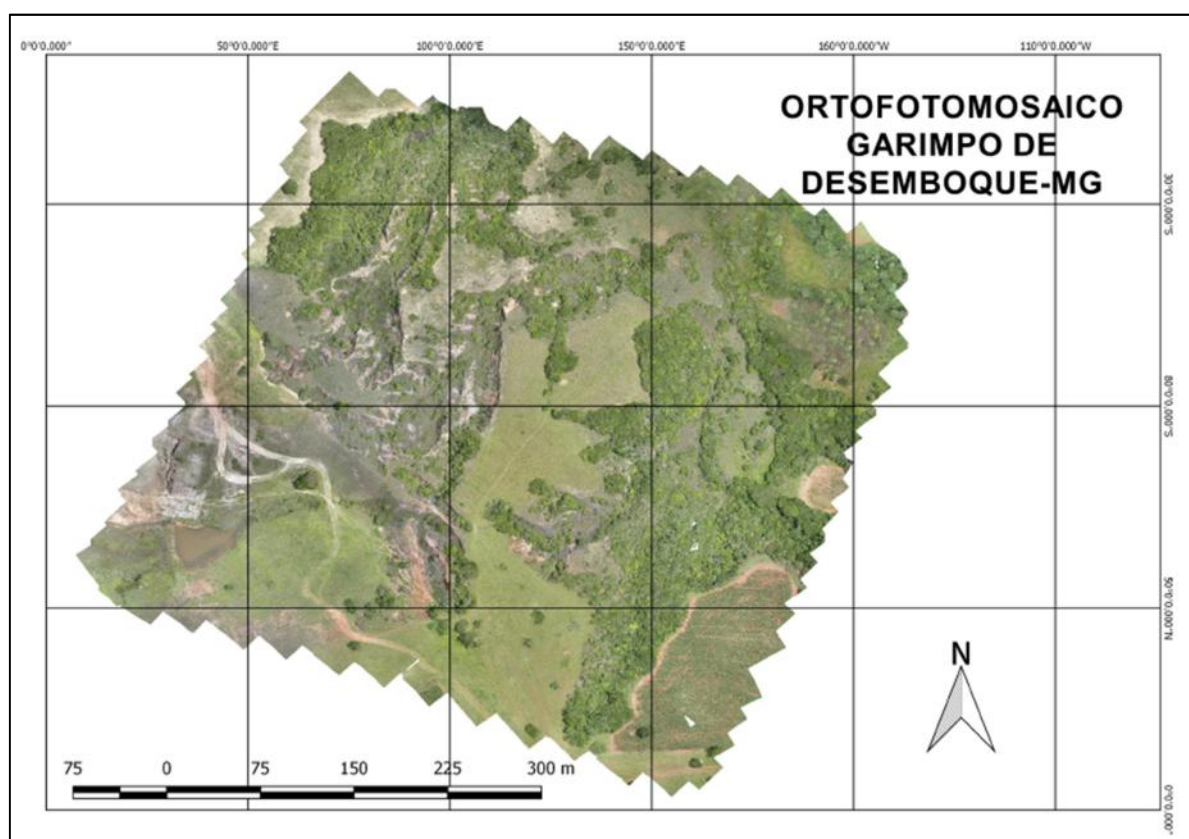


Figura 21: Ortofotomosaico da área do garimpo em Desemboque-MG.

A acurácia mostra o erro médio entre o local em que o GPS disse que a câmera estava e onde foi calculado que a câmera estava para que as imagens sobrepostas fossem amarradas. RMSE é o erro quadrático médio da raiz e fornece a precisão em todas as direções X, Y e Z.

O valor de RMSE obtido foi de 2 m sendo em $x=2,4m$; $y=2,3m$ e $1m$. A qualidade das fotos obtidas durante o levantamento foi alta. Sendo possível distinguir até mesmo galhos das árvores e feições bem pequenas das grotas do antigo garimpo.



Figura 22: Foto realizada pelo drone durante o levantamento, foto com ótima qualidade.

5.2. MAPA DE ELEVAÇÃO

O mapa de Elevação revelou, por meio de diferença de cores, as nuances do terreno, sendo assim possível distinguir a variação das altitudes. Com isso foi determinado as bordas das grotas do antigo garimpo e traçado a área para cálculo do volume. Apesar deste auxiliar na marcação, o detalhamento é realizado também sobre o ortofotomosaico ou mapa 2D, por apresentar uma alta qualidade e capacidade de visualização de detalhes.

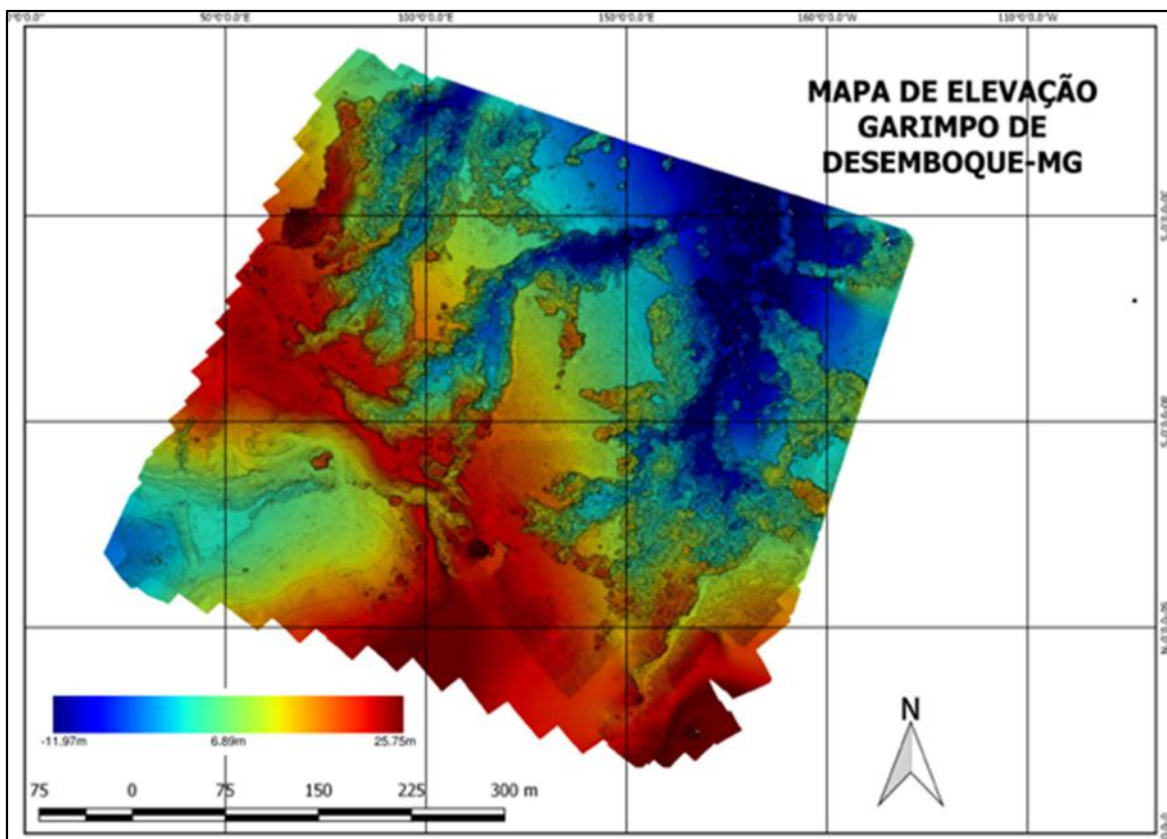


Figura 23: Mapa de Elevação do Garimpo em Desemboque-MG.

5.3. CÁLCULO DE VOLUME

Foi calculado o volume com ferramentas do próprio aplicativo de acordo com procedimento anteriormente descrito. O anexo 1 apresenta o relatório com os valores calculados de volume e da as tabelas 3 e 4 apresentam as considerações de volume em m^3 e de volume em massa do material removido no garimpo.

Segundo TEIXEIRA (2017), a densidade média de solos aluvionares está entre 1,6 a 1,8 g/cm^3 . Foi considerado para fins de calculo nesse trabalho um valor médio de 1,70 g/cm^3 de densidade média in situ.

5.4. MAPA 3D DO GARIMPO EM DESEMBOQUE-MG

Após o carregamento correto das fotos retiradas pelo drone e seu processamento, foi gerado pelo sistema do Dronedeploy, o mapa do local em 3 dimensões ou como também é chamado, um mapa em alto relevo. Esse modelo se mostrou uma ótima maneira de visualizar as 3 dimensões do terreno, podendo

diferenciar as grotas do Garimpo de Desemboque. Foi possível perceber, mais nitidamente a ideia de profundidade, perspectiva e de um ambiente mais original muito próximo a realidade.

Tabela 1: Cálculo de volume em m³ - grotas do garimpo de Desemboque-MG Fonte: do autor

| CÁLCULO DE VOLUME EM M ³ - GROTAS DO GARIMPO DE DESEMBOQUE-MG | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| DENOMINAÇÃO DE ÁREA | ÁREA TOTAL (M ²) | CUT OU CORTE (M ³) | FILL OU PREENCHIMENTO (M ³) | VOLUME TOTAL (M ³) |
| Volume 1 | 13.927,51 | 4574,12 | -64.911,21 | -60.337,09 |
| Volume 2 | 20.028,78 | 11.740,87 | -105.239,24 | -93.498,36 |
| Volume 3 | 36.010,77 | 35.112,40 | -118.253,59 | -83.141,19 |
| Total: | 69.967,06 | 51427,39 | -288.404,04 | -236.976,64 |

Tabela 2: Cálculo de volume em massa - grotas do garimpo de Desemboque-MG Fonte: do autor

| CÁLCULO DE VOLUME EM MASSA - GROTAS DO GARIMPO DE DESEMBOQUE-MG | | | | |
|---|------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
| DENOMINAÇÃO DE ÁREA | ÁREA TOTAL (M ²) | CUT OU CORTE (TON.) | FILL OU PREENCHIMENTO (TON.) | VOLUME TOTAL (TON.) |
| Volume 1 | 13.927,51 | 7.776,004 | -110.349,057 | -102.573,053 |
| Volume 2 | 20.028,78 | 19.959,479 | -178.906,708 | -158.947,212 |
| Volume 3 | 36.010,77 | 59.691,08 | -201.031,103 | -141.340,023 |
| Total: | 69.967,06 | 87.426,563 | -490.286,868 | -402.860,288 |

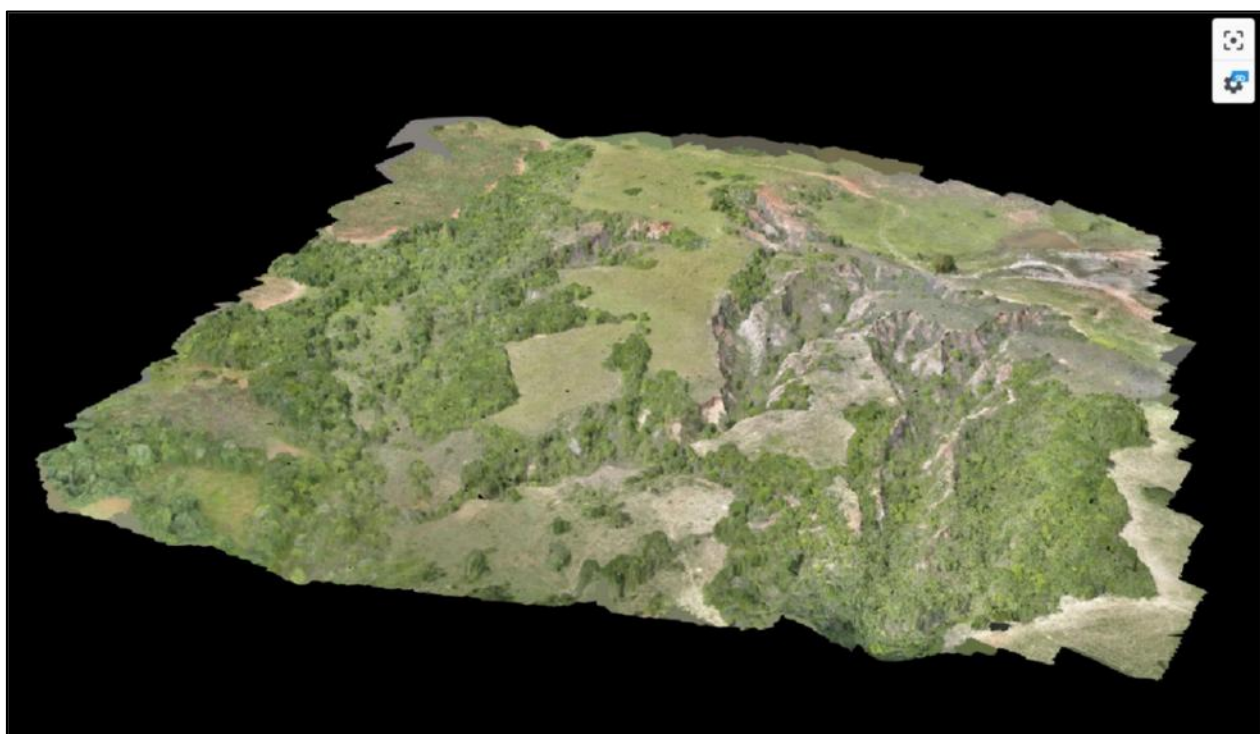


Figura 24: Mapa em 3 dimensões do Garimpo em Desemboque-MG.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou a utilização de Drones na mineração, bem como apresentou a realidade de um povoado marcado pela exploração. A utilização do drone se mostrou uma ferramenta ativa no levantamento inicial de um terreno, dando base para estudo futuros, consumindo para tal, 10 vezes menos tempo, que técnicas convencionais de levantamento topográfico, entre levantamento de campo e processamento de dados. Do exposto, pode-se ter uma ideia da grande variedade de aspectos e aplicações do Drone, em vista da versatilidade dessa família de equipamentos, tecnologias embarcadas e formas de processamento dos dados obtidos.

Em relação à legislação brasileira que regulamenta o uso desses equipamentos, pode-se concluir que foi baseada nas melhores práticas mundiais, mas ainda não conta com um grande efetivo no sentido de coordenar e fiscalizar sua operação. Nesse sentido deve-se atentar para as recomendações e utilizar de forma responsável e cuidadosa esses equipamentos.

O estudo de caso permeou o uso de drones no levantamento de um antigo garimpo no distrito de Desemboque-MG, mostrando a decadência de um povoado que viveu somente algumas décadas de apogeu e atualmente se apresenta em decadência e literalmente parado no tempo.

Não foi possível demonstrar e avaliar completamente o dano ambiental causado pela mineração do ouro. Mas, mesmo depois de quase 300 anos de findada a exploração é visualmente clara a degradação causada por essa atividade. O ouro foi retirado do local e praticamente nada restou para a comunidade.

É importante ressaltar que as grotas abertas pelos garimpeiros da época podem ter aumentado devido à erosão, causada pelo intemperismo, mas tem origem no descobrimento do solo pela retirada da vegetação a vários anos atrás.

Já se utilizavam na época do garimpo o elemento mercúrio para a formação da amálgama, para afins de purificação e concentração do ouro. Não é possível afirmar se as técnicas utilizadas eram ambientalmente corretas, por isso podem ter

ocorrido perdas de material para o meio ambiente, existindo o risco de ele ter se integrado à cadeia alimentar e mesmo de ter se incorporado a fauna e flora local.

“O acesso e aproveitamento dos bens minerais, sem acompanhamento técnico ou a mínima fiscalização, é hoje um dos principais inimigos para a proteção e preservação do meio ambiente” (SCLIAR, 1996). Nesse sentido pode-se salientar que as questões ambientais não podem ser deixadas de lado em empreendimentos minerários. Nesse caso pode-se afirmar também que a natureza prova para todos que ela é capaz de se regenerar, mas não em uma geração, somente em várias.

Finalmente, em relação ao levantamento realizado com drone, pode-se concluir que o volume calculado pelo drone de material retirado não foi eficaz, uma vez que nas grotas a vegetação recobriu grande parte do solo, impedindo a medição correta. Mas a partir desse levantamento primitivo é possível identificar as feições e tomar como base estudos futuros na área. Além disso, com o aplicativo utilizado não é possível a identificação de coordenadas geográficas e norte geográfico, seria necessário a utilização de outros programas como Autocad e ArqGIS para a identificação.

Nesse sentido recomenda-se a realização de estudos e processamento de dados posteriores, visando a definição da origem do ouro, bem como o dimensionamento do dano causado pela exploração predatória e aproveitamento total dos dados obtidos.

7. REFERÊNCIAS

- ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Requisitos Gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil**. Brasília. RBAC-E nº 94 – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial. Resolução nº419, de 2 de maio de 2017.
- ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Orientações para usuários de drones**. Brasília. Assessoria de Comunicação Social – ASCOM. 2017
- BOVESPA, 2018 BM & FBOVESPA. A Nova bolsa. **Cotações de Ouro**. Disponível em: http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/listados-a-vista-e-derivativos/commodities/cotacoes-de-ouro.htm. Acesso em: 10/11/2018.
- CORTES, João Paulo Soares de. **Compartimentação e Evolução Geomorfológica da Borda Ocidental da Serra da Canastra – MG**. Rio Claro. Tese de Mestrado em Ciências Exatas pela Universidade Paulista Julio de Mesquita Filho campus Rio Claro. 2014.
- DECEA, Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 100-40 Sistema de Aeronaves Remotamente pilotadas e o Acesso ao espaço aéreo brasileiro**. Ministério da Defesa, Comando da Aeronáutica, 2016.
- DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Economia Mineral do Brasil**. Coordenação: Antônio Fernando da Silva Rodrigues e Celso Pinto Ferraz. Brasília, Cidade Gráfica e Editora Ltda, 1999.
- FERREIRA, Thiago Rios. **Volume útil de pilha de granel com retomada inferior**. Ouro Preto. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Minas, Programa de pós-graduação em Engenharia mineral, 2017.
- FILHO, Luís de Sousa e Silva, **VANT: Análise da Regulação Operacional e Econômica**. Palhoça, Universidade do Sul de Santa Catarina, 2016.
- GERKE, Tiago. **Mineração de dados de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada para estimativa de produtividade do trigo**. Ponta Grossa. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Departamento de Informática, Mestrado em Computação Aplicada, 2017.

- HASUI, Yociteru. **Geologia do Brasil**. Organizadores: Yociteru Hasui, Celso Dal Ré Carneiro, Fernando F. M. de Almeida e Andrea Bartorelli. São Paulo, Ed. Beca, 2012.
- NABUT, Jorge Alberto. **Desemboque: Documentário histórico e Cultural**. Uberaba. Fundação Cultural de Uberaba. Arquivo Público de Uberaba. Academia de Letras do Triangulo Mineiro, 1986.
- PONTES, Hildebrando. **História de Uberaba e a civilização no Brasil central**. Uberaba, Academia de Letras do Triangulo Mineiro, 1978.
- SCHWUCHOW, Uilgner Henrique. **Cálculo de Volume em Mineração com Levantamentos Fotogramétricos (VANT) e Geodésico (GNSS)**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências Curso de Engenharia Cartográfica, 2018.
- SCLIAR, Claudio. **Geopolítica das minas do Brasil – A importância da mineração para a sociedade**. Rio de Janeiro, Editora Revan, 1996
- SILVA, Maria da Glória da. **Metalogênese das províncias tectônicas brasileiras**. Organizadores: Maria da Gloria da Silva, Manoel Barreto do Rocha Neto, Hardy Jost e Raul Minas Kuyumjian. Belo Horizonte, CPRM, 2014.
- SILVA, Cristiano Alves da. **Utilização de VANT para a geração de ortomosaico e aplicação do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)**. Autores: Cristiano Alves da Silva, Cynthia Romariz Duarte, Michael Vandesteen Silva Souto, José Antonio Beltrão Sabadia. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. João Pessoa, 2015.
- SILVA, Cristiano Alves da. **Avaliação da acurácia do cálculo de volume de pilhas de rejeito utilizando VANT, GNSS e LiDAR**. Curitiba. Autores: Cristiano Alves da Silva, Cynthia Romariz Duarte, Michael Vandesteen Silva Souto, José Antonio Beltrão Sabadia, André Luis Silva dos Santos, Venerando Eustáquio Amaro, Cristina Prando Bicho. Boletim de Ciências Geodésicas, 2016.
- TEIXEIRA, Paulo Cesar. **Manual de Métodos de Análise de Solo. 3º Edição revista e ampliada**. Brasília. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Embrapa Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2017.

8. ANEXOS

ANEXO 1 – Fotos das internas das Igrejas do Desemboque



Foto interna da Igreja de Nossa Senhora do Desterro. Construída em 1762. “A igreja dos brancos”. Fonte: do autor



Foto interna da Igreja de Nossa Senhora do Desterro. Detalhe do altar secundário com pinturas originais. Fonte: do autor



Foto interna da Igreja de Nossa Senhora do Desterro. Detalhe do altar principal e degraus feitos de pedra. Fonte: do autor



Foto interna da Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos. Construída em 1794. “ A igreja dos pretos”. Fonte: do autor



Foto interna da Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos. Detalhe do coro ao fundo

Fonte: do autor

ANEXO 2 - DRONES

O QUE SÃO OS DRONES?

Segundo o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro) drone é o termo utilizado de forma coloquial e popular para se referir aos equipamentos remotamente pilotados. Na tradução livre a palavra drone, de origem inglesa, significa zangão e foi oriundo do tipo de som que esses equipamentos produzem e que lembra muito o emitido pelo inseto em voo.

Porém esse termo ficou conhecido por nomear qualquer tipo de aeronave não tripulada e que seja controlada de forma remota pelo homem. Em português esses veículos não tripulados também podem ser chamados de VANT-Veículo Aéreo Não Tripulado ou VARP - Veículo Aéreo Remotamente Pilotado, siglas que vieram do inglês *Unmanned Aerial Vehicle* – UAV, mas que são consideradas em desuso.

Atualmente o termo RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) é o termo técnico e padronizado internacionalmente pela OACI (Organização da Aviação Civil Internacional), também conhecida pela sua sigla em inglês ICAO (International Civil Aviation Organization) para se referir aos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas utilizadas com propósitos não recreativos. Já para o equipamento o correto é utilizar o termo RPA – Aeronaves Remotamente Pilotadas.

A princípio, os drones foram projetados com objetivos militares, para atuarem em ambientes ou em situações de extremo perigo para o ser humano, como combates aéreos, reconhecimento em território inimigo ou buscas em lugares contaminados com substâncias tóxicas que seriam letais para os humanos. (GERKE, 2017)

Atualmente são produzidos com materiais resistentes e comandados a distância através de sinais de satélite ou via rádio e são utilizados para diversas atividades.

Segundo o DECEA (2016), os RPAs consistem em aeronaves não tripuladas pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota. O sistema é composto por uma estação de pilotagem remota, o enlace de pilotagem e qualquer outro componente, como especificado no projeto da aeronave.

Em comparação FILHO (2016) afirma que existe uma variedade de RPAs, porém três componentes são comuns a todos, são eles: (1) a RPA, (2) a estação de controle em terra e (3) o canal de comunicação para trocas de dados.



Figura 1: Exemplo de Drone do tipo Asa Fixa. Modelo Verok da Horus com 3,1 Kg, envergadura de 1,7 m e tempo de voo de até 120 min. Fonte: reprodução site Horus Aeronaves, 2018.

A principal vantagem dos drones é que podem ser utilizados em situações de alto risco, com necessidade de sobrevoar em baixa altitude, em circunstâncias em que as aeronaves comuns não poderiam ser utilizadas, pois colocariam a vida de pessoas em perigo. Além disso, pode-se citar como vantagens a capacidade de coleta rápida de dados e o baixo custo e operação.

CLASSIFICAÇÃO DOS DRONES

Atualmente existe uma infinidade de modelos e fabricantes de drones e devido a essa diversidade e funções, não existe ainda uma classificação oficial para esses equipamentos. Porém autores têm classificado os RPAs com base no peso, alcance, altura de voo e autonomia, conforme mostra a tabela 1.

Para o DECEA (2016) não há diferenciação na nomenclatura em relação ao tamanho do equipamento. A diferença reside no propósito de uso, alcance de voo e autonomia. Entre as classes operacionais pode-se citar:

- VLL – *Very Low Level* (Nível muito baixo)

Aeronaves Remotamente Pilotadas que operam abaixo de 500ft (pés) ou 152,4 metros de altura, geralmente possuem baixa autonomia (cerca de 20 a 30 minutos).

- MALE – *Medium Altitude and Long Endurance* (Média Altitude e Longa Resistência)

Aeronaves Remotamente Pilotadas que alçam voos entre 10.000 e 30.000ft (pés) ou de 3.048 a 9.144 metros de altitude e possuem grande autonomia, podendo voar por mais de 15 horas ininterruptamente.

- HALE – *High Altitude and Long Endurance* (Alta Altitude e Longa Resistência)

Aeronaves Remotamente Pilotadas que alçam voos acima de 30.000ft (pés) ou 9.144m de altitude e possuem grande autonomia, podendo voar por mais de 15 horas ininterruptamente.

Tabela 1: Classificação de categorias de RPAs a partir da massa, alcance e autonomia. Fonte: (GERKE, 2017)

| Categoria | Massa (kg) | Alcance (km) | Altitude (m) | Autonomia (h) |
|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Micro | Menos de 5 | Menor que 10 | 250 | 1 |
| Mini | Entre 25 e 150 | Menor que 10 | Entre 150 e 300 | Até 2 |
| Curto Alcance | Entre 25 e 100 | Entre 10 e 30 | 3000 | De 2 a 4 |
| Médio Alcance | Entre 50 e 250 | Entre 30 e 70 | 3000 | De 3 a 6 |
| HALE | Mais de 250 | Maior que 70 | Maior que 3000 | Maior que 6 |

Atualmente, *surgiram os HAPS – High Altitude Pseudo Satellite* (Pseudo Satélite de Alta Altitude), Aeronaves Remotamente Pilotadas que alçam voos acima de 60.000ft (pés) ou 18.288 metros, com enorme autonomia, podendo voar por mais

de 80 horas, e possuem o objetivo de funcionar como uma repetidora na transmissão de dados, tal qual um satélite.

Finalmente, segundo a ANAC (2017), as RPA estão divididas em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem, no qual devem ser considerados os pesos do equipamento, da bateria ou combustível, e da carga eventualmente transportada.

- Classe 1 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 150 kg;
- Classe 2 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 25 kg e até 150 kg;
- Classe 3 – RPA: Peso máximo de decolagem de até 25 kg.

A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

De acordo com o Ministério da Defesa por meio do Comando da Aeronáutica seguindo a premissa de que uma Aeronave Remotamente Pilotada é uma aeronave e, portanto, deve seguir a regulamentação existente na aviação, um dos requisitos para se voar no Espaço Aéreo Brasileiro é possuir a documentação específica, conforme critérios estabelecidos pelos Órgãos Regulamentadores, adequada à sua categoria ou ao propósito de uso. Nesse sentido, foram criadas leis específicas para atender a essa nova demanda no intuito de estabelecer regras para o voo, com foco principalmente na segurança do uso do espaço aéreo.

Inicialmente a homologação da ANATEL para os equipamentos adquiridos legalmente e o ICA 100-40 do DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Força Aérea Brasileira), estabeleceram as regras para voo.

Além do ICA 100-40, o DECEA lançou o portal SARPAS (Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas), que possibilita aos proprietários de drones:

- O cadastramento do operador/piloto, para obter uma identificação (indicativo operacional);
- O cadastramento das aeronaves, criando um vínculo entre equipamento e proprietário, a fim de responsabilização em caso de acidentes;

- A solicitação de voo, com base no ICA 100-40, que associará a pessoa e a aeronave à atividade.

Em relação ao ICA 100-40/2017 pode-se salientar que:

- Voos em áreas urbanas, acima de residências e pessoas, não estão autorizados, salvo com a emissão do certificado de aeronavegabilidade emitido pela ANAC;
- O operador/piloto sempre será responsável por acidentes causados pelo RPA;
- Para levantar voo, mesmo que seja em um parque vazio e respeitando as distâncias regulamentadas pelo ICA 100-40, é necessário solicitar autorização ao DECEA;
- O voo fora do campo de visão é proibido;
- Operação somente deve ocorrer em condições VMC (Condições Meteorológicas de Voo Visual, ou seja, quando se é possível enxergar o RPA);
- Voar no máximo a 120m de altura acima do nível do solo;
- Realizar operação VLOS (Linha de Visada Visual), afastado no máximo 500m horizontalmente do piloto remoto, com ou sem auxílio de um ou mais observadores;
- Empregar Velocidade máxima de 111 km/h;
- Manter-se afastado 9260m de aeródromos cadastrados;
- Manter-se afastado 9260m de rotas conhecidas de aeronaves e helicópteros tripulados (como procedimentos de subida e descida – segmentos até 304,8m acima do nível do solo, circuito de tráfego, corredores visuais e atividades da aviação agrícola);
- Estar sua projeção vertical no solo afastada, pelo menos, 30m de prédios, casas, construções, veículos, animais etc.;
- Estar sua projeção vertical no solo afastada, pelo menos, 30m de concentração de pessoas que não estejam associadas à operação;
- Não voar sobre áreas povoadas e aglomeração de pessoas (exceto aquelas anuentes e/ou envolvidas na operação do RPAS);
- Não realizar voo acrobático e/ou noturno;

- Em locais fechados não há restrição de uso, porém é necessária sempre a autorização do proprietário e das demais pessoas (em casos de aglomeração).

Atualmente foi criado pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) por meio do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil o regulamento RBAC-E nº94 - Requisitos Gerais para Aeronaves não tripuladas de uso civil com o objetivo de complementares aos preceitos de outros órgãos, que também devem ser observados antes de qualquer operação. Dentre eles, destacam-se as normas do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), já citadas acima, do Ministério da Defesa e da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

“O normativo da ANAC é um marco importante da aviação civil brasileira pela necessidade de estabelecer requisitos mínimos para operações com esse tipo de aeronave, que crescem a cada dia no país e, também, no mundo” (ANAC, 2017)

De acordo com as regras da ANAC, de modo geral para se operar um RPA é necessário:

- Ter no mínimo 18 anos de idade para pilotar ou auxiliar à operação como observador;
- Possuir seguro com cobertura de danos a terceiros;
- Fazer uma avaliação de risco operacional;
- Operar apenas em áreas distantes de terceiros (no mínimo 30 metros horizontais). Essa restrição está dispensada caso haja anuência das pessoas próximas à operação ou exista uma barreira mecânica capaz de isolar e proteger as pessoas não envolvidas e não anuentes com a operação;
- Operar apenas um único sistema de RPA por vez;
- É possível trocar o piloto remoto em comando durante a operação;
- As operações só poderão ser iniciadas se houver autonomia suficiente da aeronave para realizar o voo e para pousar em segurança no local previsto, levando-se em conta as condições meteorológicas conhecidas;
- Obter registro junto à ANAC e um Certificado de Aero navegabilidade (CA) padrão ou restrito;

- Executar uma Inspeção Anual de Manutenção (IAM) no sistema de RPA a cada 12 meses. O proprietário ou operador deve apresentar à ANAC uma Declaração de Inspeção Anual de Manutenção (DIAM) para o referido sistema de RPA, atestando sua condição de aero navegabilidade;
- Para os usuários de drones deve-se: Portar o certificado de marca experimental ou o certificado de matrícula, o certificado de aero navegabilidade válido, o comprovante do seguro, a avaliação de risco, o manual de voo do equipamento, a licença e a habilitação emitidos pela ANAC, bem como o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) de 1ª, 2ª ou 5ª classe concedidos pela ANAC ou de 3ª classe expedido pelo Comando da Aeronáutica;
- Registrar todos os voos;
- Realizar todos os procedimentos específicos recomendados pelo fabricante no manual de manutenção e registrá-los em cadernetas apropriadas. A manutenção, a manutenção preventiva, os reparos ou as alterações e as aprovações para o retorno ao serviço devem ser feitas pelo fabricante ou por organização de manutenção credenciada pelo fabricante ou, ainda, por pessoa qualificada e devidamente treinada pelo fabricante ou instituição credenciada pelo fabricante;
- Somente os equipamentos com peso máximo de decolagem acima de 250g precisam ser cadastrados na ANAC por meio do Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT);
- O cadastro vai gerar uma identificação que deverá ser confeccionada em material não inflamável, ser legível e ficar acessível na aeronave;
- Pilotos não precisam de documento emitido pela ANAC e são considerados devidamente licenciados, caso não pretendam voar acima de 400ft;
- Não é permitido operar drones sob efeito de substâncias psicoativas e todos os operadores estão sujeitos às regras quanto ao uso de álcool e de drogas;

Requisitos adicionais para voar com RPA além da linha de visada visual (BVLOS) ou acima de 400ft (120m) acima do nível do solo:

- Obter registro junto à ANAC e portar um Certificado de Aero navegabilidade Especial (CAER) para cada equipamento que vá operar além da linha de

visada visual (BVLOS) ou acima de 400ft (120m). Nesse caso, o proprietário deverá solicitar ao fabricante uma declaração de que aquele sistema de RPA específico está de acordo com projeto autorizado pela ANAC.

- O sistema de RPA deverá ser previamente inspecionado pela ANAC para registro e emissão do CAER.
- Em situações específicas ou no caso de aeronaves com propósitos experimentais, o CAER pode ser substituído por um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE) ou uma Autorização Especial de Voo (AEV).
- Realizar todos os procedimentos específicos recomendados pelo fabricante no manual de manutenção e registrá-los em cadernetas apropriadas.
- Possuir e portar licença e habilitação emitidas pela ANAC, apenas se for operar acima de 400ft acima do nível do solo.

PRINCIPAIS TIPOS DE DRONES

Os mais comuns estão dentro de duas categorias: de asas fixas ou multi-rottores. Segundo FERREIRA (2017), o primeiro tipo possui habilidades de soerguimento por asas, reduzindo assim o consumo de energia e pode permanecer em movimento no ar por mais tempo, em comparação com um drone com as mesmas dimensões. As asas permitem voar a alta velocidade e a captura de áreas maiores por voo. Já o segundo tipo tem o diferencial de poder pairar em um ponto fixo e, em contraste com o de asas fixas, só precisa de pequenos espaços para a decolagem e pouso, já que podem subir e descer verticalmente com segurança.

Ainda segundo FERREIRA (2017) a escolha dos drones adequados para cada atividade depende do resultado desejado. Em geral, os drones de asa fixa são utilizados para mapear áreas muito extensas. Já os multi-rottores (com 4 ou 8 rotores) têm tempos de voo mais curtos, porque gastam uma quantidade maior de energia, mas podem fornecer dados mais precisos e em resoluções ainda maiores, por permitirem melhores condições de manuseio remoto dos sensores e câmeras transportados. Os drones multi-rottores também são capazes de pairar em um determinado local e, assim, são capazes de realizar tarefas de inspeção. Além disso, eles não precisam de uma pista de decolagem já que sobem verticalmente para o ar.

Consequentemente, também são adequados para a inspeção de grandes áreas, ao contrário de dispositivos que possuem menor acessibilidade para grandes distâncias.

A PRECISÃO DOS DRONES

A precisão dos RPAs está diretamente ligada à operação e aplicação correta da ferramenta. Nesse sentido vários estudos revelam na prática a acurácia de levantamentos realizados. Como exemplo, SCHWUCHOW (2017) ao utilizar a RPA em seu estudo, que teve como objetivo gerar uma base de dados a fim de calcular volumes em pilhas/montes de rejeitos e minérios, obteve como resultado a precisão de alguns centímetros. Para tanto, aplicou-se técnicas fotogramétricas através de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada e geodésica com a coleta de dados com receptores GNSS (Global Navigation Satellite System). Na comparação entre métodos utilizados nesse estudo, obtiveram-se 0,069m de exatidão planimétrica e 0,230m de exatidão altimétrica, testados em controle de qualidade segundo a lei vigente para análise de exatidão cartográfica. Com relação aos volumes, obteve-se uma diferença de 3,2% entre o calculado através da base de dados obtida com VANT e a de rastreo GNSS.

Em outro estudo, agora de FERREIRA (2017), também na área de mineração obteve-se por meio de modelagem digital em três dimensões, o cálculo volumétrico e validação de ensaio físico realizado a partir da técnica de mapeamento digital por tomadas aéreas, utilizando novamente um RPA. A aplicação deste instrumento permitiu o levantamento de pilhas de material sólido, no caso areia, concebidas em escala laboratorial. Em função da escala reduzida do ensaio, o georreferenciamento das fotografias não foi eficaz. Contudo, foi compensado pelo uso de pontos de verificação inseridos no contexto dos experimentos. O ponto de ajuste da altura do voo do drone foi de 3,55m. “Os parâmetros estatísticos da altimetria mostraram bom desempenho do controle, revelando uma média na altura de voo de 3,5475m, um desvio padrão amostral de 0,0035 m e um coeficiente de variação de apenas 0,0998% em relação ao volume encontrado” (FERREIRA, 2017).

Nesse sentido, vários estudos demonstram a eficácia e acurácia da utilização de RPAs em substituição a levantamentos topográficos convencionais.

ANEXO 3 – Dados do processo DNPM nº 831.018/2011.

ANEXO 4 – Dados do processo DNPM nº 831.018/2011. - Poligonal

ANEXO 5 – Dados do processo DNPM nº 831.018/2011 – Projeto Análise Técnica de áreas em disponibilidade. GEOLOGIA Fonte: DNPM/MG, 2018.

ANEXO 6 – Dados do processo DNPM nº 831.018/2011 – Projeto Análise Técnica de áreas em disponibilidade. MAGNETOMETRIA - AMPLITUDE DO SINAL ANALÍTICO Fonte: DNPM/MG, 2018

ANEXO 7 – Annotation Report - Relatório de Anotação de Volume DRONEDEPLOY
– Desemboque TCC

ANEXO 8 – Mapa de Elevação Garimpo de Desemboque-MG.

ANEXO 9 – Ortofotomosaico do Garimpo de Desemboque-MG.

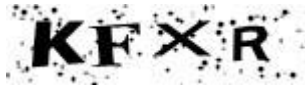
Dados básicos do processo

Número do processo:

831.018/2011

**FICHAS TÉCNICAS
ACORDO
DNPM/CPRM/SGM:**

[Ficha Dados Básicos](#) [Ficha Dados Técnicos](#)



Informe o código:

NUP:

Área (ha): 899,77

Tipo de requerimento: Requerimento de Autorização de Pesquisa

Fase atual: Autorização de Pesquisa

Ativo: Sim

Superintendência: Superintendência / MG

UF: MG

Unidade protocolizadora: MINAS GERAIS

Data Protocolo: 06/04/2011 08:54:00

Data Prioridade: 06/04/2011 08:54:18

Pessoas relacionadas:

| Tipo de Relação | CPF/CNPJ | Nome | Responsabilidade/Representação | Prazo de Arrendamento | Data de Início | Data Final |
|---------------------|----------------|--|--------------------------------|-----------------------|----------------|------------|
| Titular\Requerente | 013.148.406-06 | Carlos Alberto Borges Rodrigues da Cunha | | | 06/04/2011 | |
| Representante Legal | 013.148.406-06 | Carlos Alberto Borges Rodrigues da Cunha | | | 06/04/2011 | |
| Responsável Técnico | 013.148.406-06 | Carlos Alberto Borges Rodrigues da Cunha | | | 06/04/2011 | |

Número do processo de Cadastro da Empresa:

Títulos:

| Número | Descrição | Tipo do Título | Situação do Título | Data de publicação | Data Vencimento |
|--------|--|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1106 | APU3 AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUB | Alvará de Pesquisa | Outorgado | 06/02/2014 | 06/02/2017 |

Substâncias:

| Nome | Tipo de uso | Data de início | Data final | Motivo de encerramento |
|-----------------|-------------|----------------|------------|------------------------|
| MINÉRIO DE OURO | Industrial | 06/04/2011 | | |

Municípios:

| |
|----------------|
| Nome |
| SACRAMENTO /MG |
| TAPIRA /MG |

Condição de propriedade do solo:

| |
|------|
| Tipo |
|------|

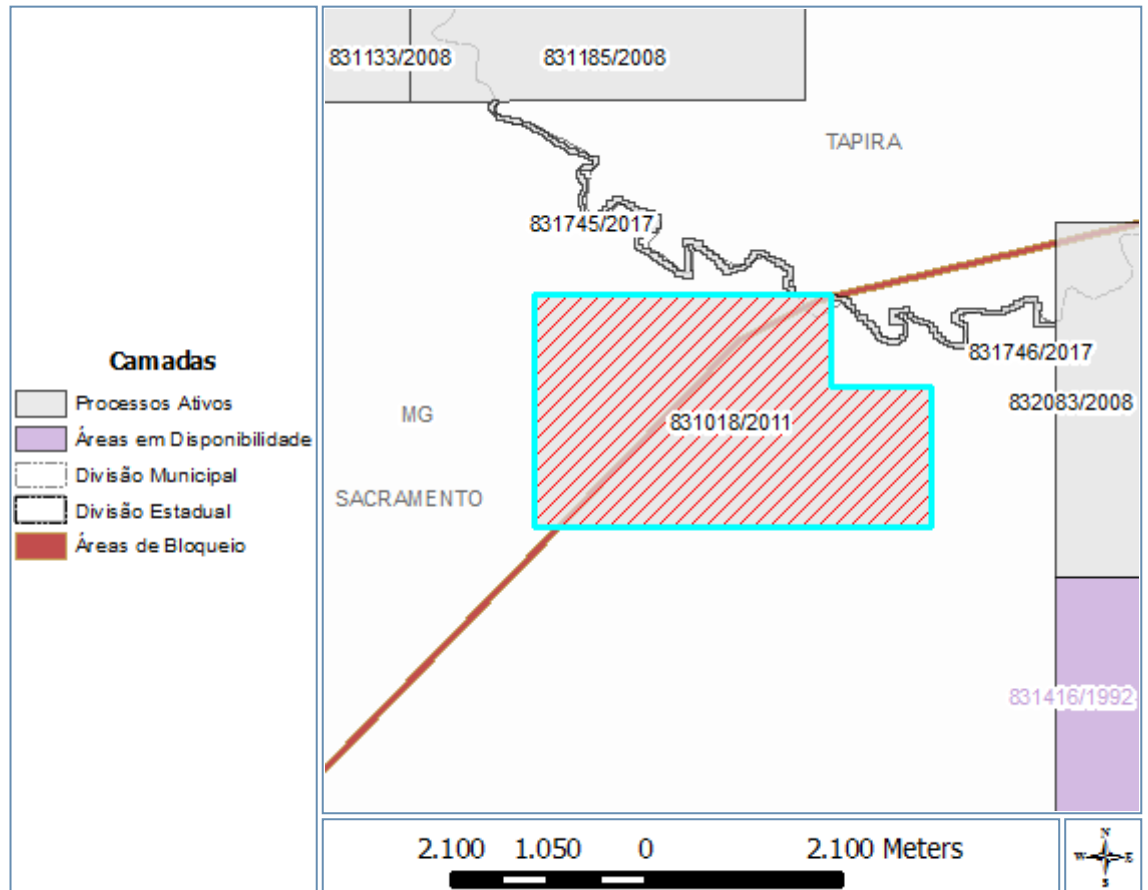
| Propriedade de terceiros | |
|---|-------------------|
| Processos associados: | |
| Nenhum processo associado. | |
| Documentos que compõem o processo: | |
| Documento | Data de protocolo |
| Memorial descritivo | 06/04/2011 |
| Planta de situação da área | 06/04/2011 |
| Plano dos trabalhos de pesquisa | 06/04/2011 |
| Orçamento de pesquisa | 06/04/2011 |
| Cronograma de pesquisa | 06/04/2011 |
| Prova de recolhimento de emolumentos | 06/04/2011 |
| A.R.T. do plano de pesquisa | 06/04/2011 |
| A.R.T. do memorial descritivo | 06/04/2011 |
| A.R.T. da planta de situação/detalhe | 06/04/2011 |
| Eventos: | |
| Descrição | Data |
| 236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO | 30/03/2016 |
| 178 - AUT PESQ/NOTIFICAÇÃO ADM L PGTO DÉBITO TAH | 24/12/2015 |
| 662 - NOTIFICAÇÃO ADM PGTO DÉBITO MULTA | 24/12/2015 |
| 650 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA CADUCADO -TAH | 03/12/2015 |
| 641 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-TAH | 26/10/2015 |
| 635 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-TAH | 08/09/2015 |
| 1974 - SUSPENSÃO DE ANÁLISE- CONFLITO PROJ ENERGETICO | 24/02/2015 |
| 264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO | 31/07/2014 |
| 209 - AUT PESQ/INICIO DE PESQUISA COMUNICADO | 27/02/2014 |
| 323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL | 06/02/2014 |
| 136 - REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO | 27/12/2013 |
| 2101 - REQ PESQ/TERMO DE COMPROMISSO ASSINADO | 27/12/2013 |
| 135 - REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI | 19/12/2012 |
| 131 - REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA | 25/10/2012 |
| 100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO | 06/04/2011 |

IMPORTANTE: este serviço possui caráter meramente informativo e, portanto, não dispensa o uso dos instrumentos oficiais pertinentes para produção de efeitos legais. As informações são disponibilizadas no momento e na forma em que são inseridas na base de dados pelos servidores e colaboradores do DNPM.

Poligonal

Processo: 831.018/2011

Representação gráfica:



Poligonais:

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|--|---------------|
| Área (ha): | 899,77 | DATUM: | SIRGAS2000 |
| Cota mínima (m): | 0 | Cota máxima (m): | 0 |
| Latitude do ponto de amarração: | -20°00'34"089 | Longitude do ponto de amarração: | -47°01'19"839 |
| Descrição do ponto de amarração: | Ponto de amarração | Comprimento do vetor de amarração (m): | 0,00 |
| Ângulo do vetor de amarração: | 00°00'00"000 | Rumo do vetor de amarração: | N |

Vértices:

| Latitude | Longitude |
|---------------|---------------|
| -20°00'34"089 | -47°01'19"839 |
| -20°00'34"089 | -47°03'03"053 |
| -20°01'55"366 | -47°03'03"053 |
| -20°01'55"366 | -47°00'45"426 |
| -20°01'06"608 | -47°00'45"426 |
| -20°01'06"608 | -47°01'19"839 |
| -20°00'34"089 | -47°01'19"839 |

ID:

AE9C6CC9-8B4C-4205-986D-7F76311FFF09

IMPORTANTE: este serviço possui caráter meramente informativo e, portanto, não dispensa o uso dos instrumentos oficiais pertinentes para produção de efeitos legais. As informações são disponibilizadas no momento e na forma em que são inseridas na base de dados pelos servidores e colaboradores do DNPM.



Processo DNPM: 831018/2011
Área: 899,77 ha
Município: Tapira / Sacramento
UF: MG
Substância(s): Minério De Ouro

Localização



Análise Socioeconômica

Capital mais próxima:
 -Nome: Belo Horizonte
 -Estado: Minas Gerais
 -Distância: 343,70 km

| Cidades com mais de 200.000 habitantes próximas: | | | | |
|--|-----------|------------------|-----------|--|
| Cidade | População | PIB | Distância | |
| Franca | 318.640 | R\$ 5.038.841,00 | 68,5 km | |

Área territorial:
 -Estado (IBGE, 2015): 586.521,24 km²
 -Capital (IBGE, 2015): 331,40 km²

Dados populacionais:
 -População estadual (IBGE, 2010): 19.597.330 habitantes
 -População estadual estimada para 2016 (IBGE, 2016): 20.997.560 habitantes
 -População da capital (IBGE, 2010): 2.375.151 habitantes
 -População da capital estimada para 2016 (IBGE, 2016): 2.513.451 habitantes
 -Estimativa de crescimento da população estadual entre 2010 e 2016: 7,15%
 -Estimativa de crescimento da população da capital entre 2010 e 2016: 5,82%
 -Densidade demográfica do estado (IBGE, 2010): 33,41 habitantes/km²
 -Densidade demográfica da capital (IBGE, 2010): 7.167,00 habitantes/km²

Indicadores:
 -IDH municipal calculado para o estado através do PNUD em 2010 (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil): 0,731
 -IDH municipal calculado para a capital através do PNUD em 2010 (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil): 0,810

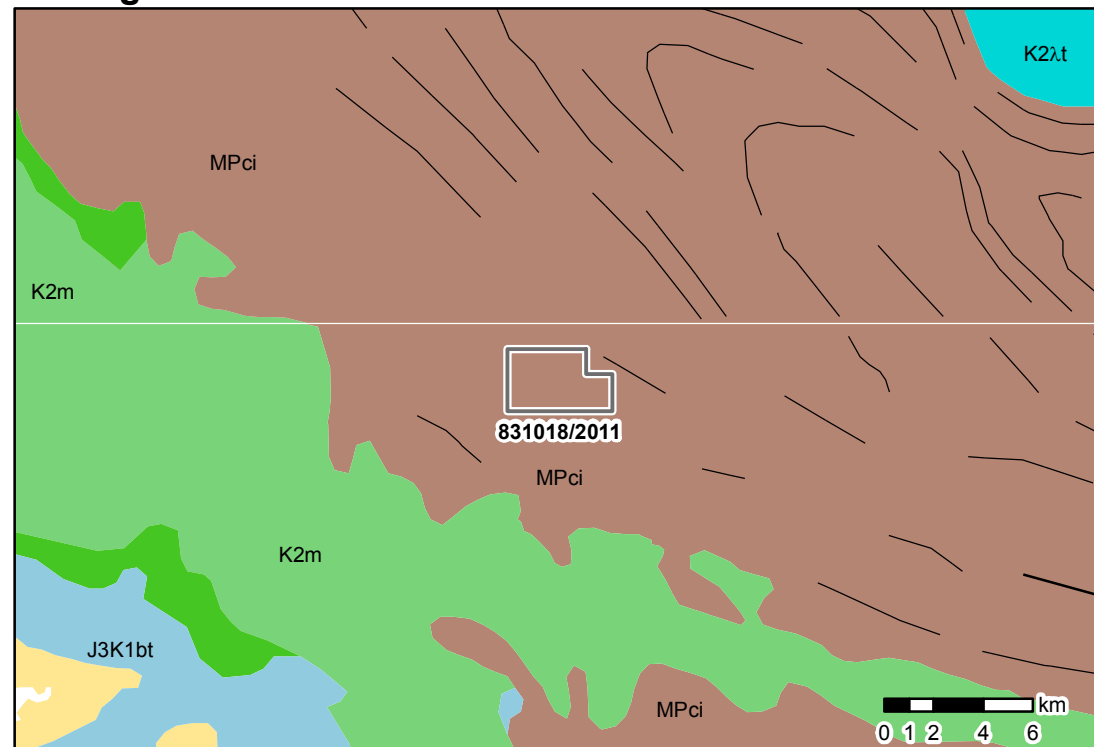
Economia:
 -PIB calculado a preços correntes para o estado (IBGE, 2014): R\$ 516.634.000.000,00
 -PIB calculado a preços correntes para a capital (IBGE, 2013): R\$ 81.426.708.000,00
 -PIB per capita calculado para o estado (IBGE, 2014): R\$ 24.917,12
 -PIB per capita calculado para a capital (IBGE, 2013): R\$ 32.844,41

Dados de trabalho, economia e consumo no setor de construção:
 -Porcentagem de ocupados no setor de construção em 2010 (18 anos ou mais no estado): 8,00%
 -Porcentagem de ocupados no setor de construção em 2010 (18 anos ou mais na capital): 7,02%
 -Participação do setor da construção no PIB do estado em 2014: R\$ 32.624.000.000,00
 -Porcentagem da participação do setor da construção no PIB do estado em 2014: 6,31%
 -Consumo de materiais de construção no estado em 2014: R\$ 8.498.030,00

Recursos Minerais

Região com Ocorrências, Depósitos e Minas:
 Este processo não se encontra próximo de uma região com ocorrências, depósitos e minas.

Geologia



Mina
 Garimpo
 Não explotado
 Não determinado

al: Agalmatolito; ama: Água marinha (gema); am: Amianto; ad: Ardósia; are: Areia; av: Areia vermelha; am: Arenito; arnfe: Arenito ferruginoso; ag: Argila; ac: Argila p/ cerâmica; ar: Argila p/ refratários; art: Argilito; atp: Atapulgita; b: Basalto; bt: Bentonita; be: Berilo; br: Brita; ca: Calcário; cc: Calcário cálcico; cd: Calcário dolomítico; cl: Calcedônia; ccp: Calcopirita; cas: Cascalho; cm: Caulim; cn: Columbita; cg: Conglomerado (cascalho); db: Diabásio; dt: Diatomita; do: Dolomito; fd: Feldspato; Fe: Ferro; fi: Filito; fh: Folhelho; P: Fósforo; gb: Gabro; gp: Gipsita; gn: Gnaiss; gr: Granito; lt: Laterita; lef: Leucofilito; mg: Magnesita; mr: Marga; mm: Mármore; me: Material de empréstimo; mi: Mica; mu: Muscovita; Ni: Níquel; Au: Ouro; pa: Paralelepípedo; pl: Pedra-de-talhe; qt: Quartzito; qz: Quartzo; ro: Rochas ornamentais; sb: Saibro; sx: Seixos; tg: Taguá; tl: Talco; ta: Tantalita; t: Turfa; tu: Turmalina; va: Varvito; ve: Vermiculita; xt: Xisto; agt: Água termal.

Feições Geológicas Fundamentais

Ambiente geotectônico regional: Província Tocantins.

Unidades Estratigráficas:

- Formação Canastra Indiviso (MPci; 1001 / 1001 Ma.):

Litologias: Filito, metarenito, mica xisto, grafita xisto, sericita xisto, calcário, ardósia, metassiltito, metargilito.

Fonte das Informações Geológicas

Áreas de Relevante Interesse Mineral no Brasil (CPRM; 2009); Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - SIG - Folha Rio de Janeiro (CPRM; 2004); Metalogenia da Bacia Paraná: Mineral Exploration in Parana Basin Area, the Federative Republic of Brazil (JICA) (CPRM, DNPM, MINEROPAR, PETROBRÁS; 2003); Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (COMIG, CPRM; 2003); Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil (CPRM; 2001); A Borda Leste da Bacia do Paraná - Integração Geológica e Avaliação Econômica - SC/RS (CPRM, DNPM; 1986); A Borda Leste da Bacia do Paraná - Int. Geológica e Aval. Econômica - SP/PR (CPRM, DNPM; 1986); RadamBrasil - Folhas Rio de Janeiro/Vitória (MME; 1984); Mapa Geológico-Estrutural da Bacia do Paraná (Consórcio CESP/IPT, PAULIPETRO; 1982); Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folhas Rio de Janeiro/Vitória (DNPM; 1979); Mantiqueira-Furnas (CPRM, DNPM; 1978); Folha do Rio de Janeiro; Geologia Preliminar da Região Meridional de Minas Gerais (CPRM, DNPM; 1971); Golpe de Vista Geológico do Brasil (Instituto Geológico Imperial Austríaco; 1854); Avaliação do potencial brasileiro para agrominerais de fosfato (CPRM); Avaliação do Potencial de Recursos Minerais Estratégicos do Brasil (CPRM); Trajetórias Ptt no Cinturão Ribeira (CPRM, UFRJ); Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil (CPRM). Informações adicionais disponíveis em <http://geowebapp.cprm.gov.br/ViewerWEB>.

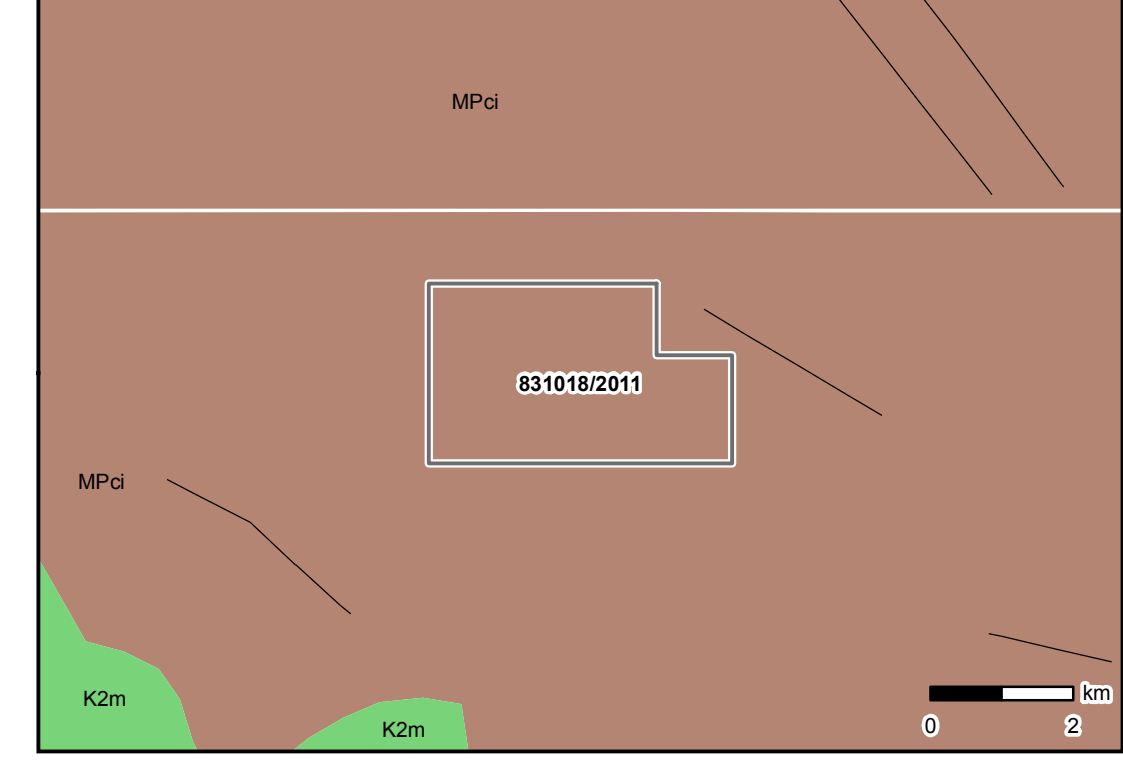


Processo DNPM: 831018/2011
Área: 899,77 ha
Município: Tapira / Sacramento
UF: MG
Substância(s): Minério De Ouro

Localização



Geologia da Área



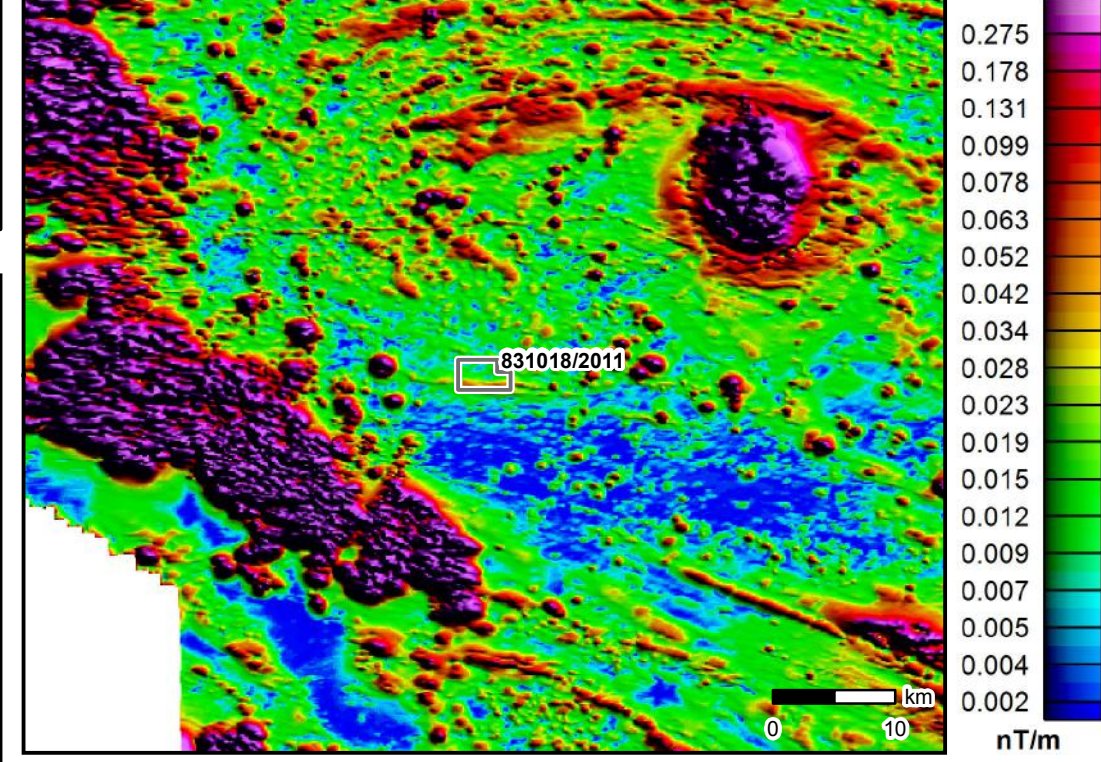
Feições Geológicas Fundamentais

- Ambiente geotectônico regional:** Província Tocantins.
- Unidades Estratigráficas:**
 - Formação Canastra Indiviso (MPci; 1001 / 1001 Ma.);
 - *Litologias:* Filito, metarenito, mica xisto, grafita xisto, sericita xisto, calcário, ardósia, metassiltito, metargilito.

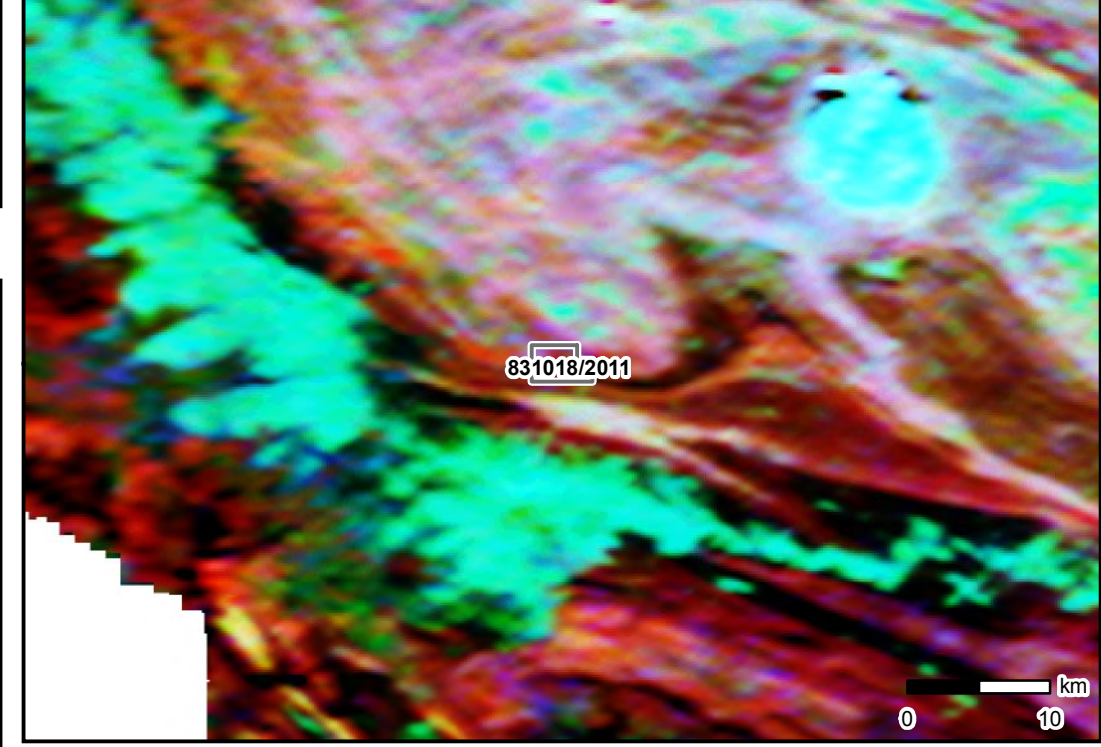
Fonte das Informações Geológicas

Áreas de Relevante Interesse Mineral no Brasil (CPRM; 2009); Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - SIG - Folha Rio de Janeiro (CPRM; 2004); Metalogenia da Bacia Paraná: Mineral Exploration in Parana Basin Area, the Federative Republic of Brazil (JICA) (CPRM, DNPM, MINEROPAR, PETROBRAS; 2003); Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (COMIG, CPRM; 2003); Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil (CPRM; 2001); A Borda Leste da Bacia do Paraná - Integração Geológica e Avaliação Econômica - SC/RS (CPRM, DNPM; 1986); A Borda Leste da Bacia do Paraná - Int. Geológica e Aval. Econômica - SP/PR (CPRM, DNPM; 1986); RadamBrasil - Folhas Rio de Janeiro/Vitória (MME; 1984); Mapa Geológico-Estrutural da Bacia do Paraná (Consórcio CESP/PT, PAULIPETRO; 1982); Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folhas Rio de Janeiro/Vitória (DNPM; 1979); Mantiqueira-Furnas (CPRM, DNPM; 1978); Folha do Rio de Janeiro; Geologia Preliminar da Região Meridional de Minas Gerais (CPRM, DNPM; 1971); Golpe de Vista Geológico do Brasil (Instituto Geológico Imperial Austríaco; 1854); Avaliação do potencial brasileiro para agrominerais de fosfato (CPRM); Avaliação do Potencial de Recursos Minerais Estratégicos do Brasil (CPRM); Trajetórias Ptt no Cinturão Ribeira (CPRM, UFRJ); Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil (CPRM); Informações adicionais disponíveis em <http://geowebapp.cprm.gov.br/ViewerWEB>.

Magnetometria - Amplitude do Sinal Analítico



Gammaespectrometria - K(vermelho) Th(verde) U(azul)



Projetos Aerogeofísicos Existentes

Os seguintes levantamentos aerogeofísicos recobrem a área: Franca (Área I) (2007; Altura de voo: 120 m; Espaçamento: 1000 m); Projeto Aerogeofísico Convênio Brasil-Alemanha (1009; Altura de voo: 350 m; Espaçamento: 2000 m).

Interpretação Geofísica (Folha SF-23-V-A)

A folha possui dados geofísicos somente nas partes norte e leste. A região exibe dois grandes domínios bem contrastantes. No centro da área, os valores extremos das altas frequências magnéticas impossibilitam subdivisões nesse domínio, mas as respostas gamaespectrométricas variam em diferentes intensidades da cor verde (Tório) e pequenas porções difusas em vermelho (Potássio). O domínio localizado na porção leste apresenta baixo background e é dividido em vários blocos limitados por lineamentos magnetométricos orientados NW-SE. Os mesmos expõem fortes anomalias magnéticas pontuais, com mudanças de intensidade e elevadas respostas radiométricas, variando do branco a tons intensos de vermelho (potássio). Na parte nordeste da área, os lineamentos magnetométricos são bem definidos pela alta susceptibilidade magnética e baixos valores radiométricos. Estes lineamentos podem estar associados a corpos máficos, em uma faixa com magnetismo muito baixo que contrasta com elevados valores radiométricos no canal do Tório.

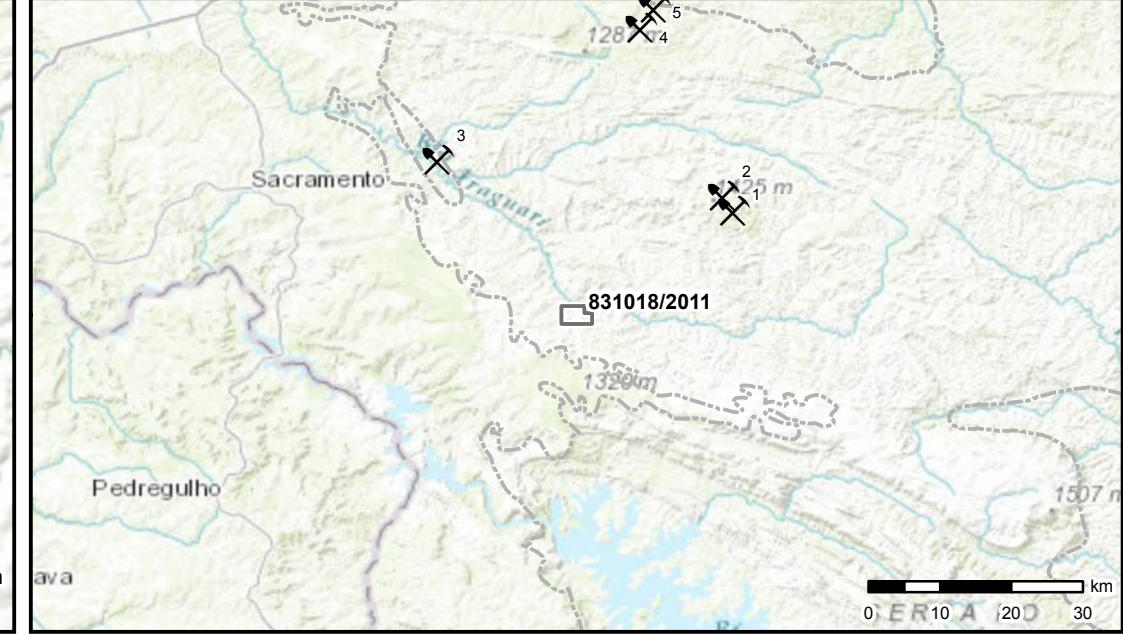
Geoquímica



Geologia / Feições Prospectivas

- Feições Geológicas Regionais:**
 - *Província(s) Tectônica(s):* Província Tocantins.
 - *Compartimento Geológico:* Bacias de margem passiva.
- Região com Ocorrências, Depósitos e Minas:**
 - Este processo não se encontra próximo de uma região com ocorrências, depósitos e minas.

Recursos Minerais



Informações dos Recursos Minerais

| Nº | Toponímia | Status Econômico | Grau de Importância | Substância(s) | Classificação |
|----|---------------------------|------------------|---------------------|---------------|---------------------|
| 1 | Fazenda dos Piões | Mina | Depósito | P, Nb, Ti | complexos alcalinos |
| 2 | Tapira | Mina | Depósito | P, Nb, Ti | complexos alcalinos |
| 3 | Tapira | Mina | Depósito | Nb, P, Ti | Complexos Alcalinos |
| 4 | Barreiro, Córrego da Mata | Mina | Depósito | Nb | complexos alcalinos |
| 5 | Barreiro | Mina | Depósito | fosfato | complexos alcalinos |

Análises Geoquímicas




Amostras geoquímicas inexistentes nas proximidades deste processo.

Desemboque TCC

Annotation Report

Report created on November 17, 2018



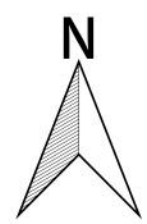
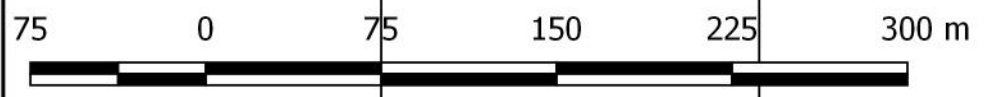
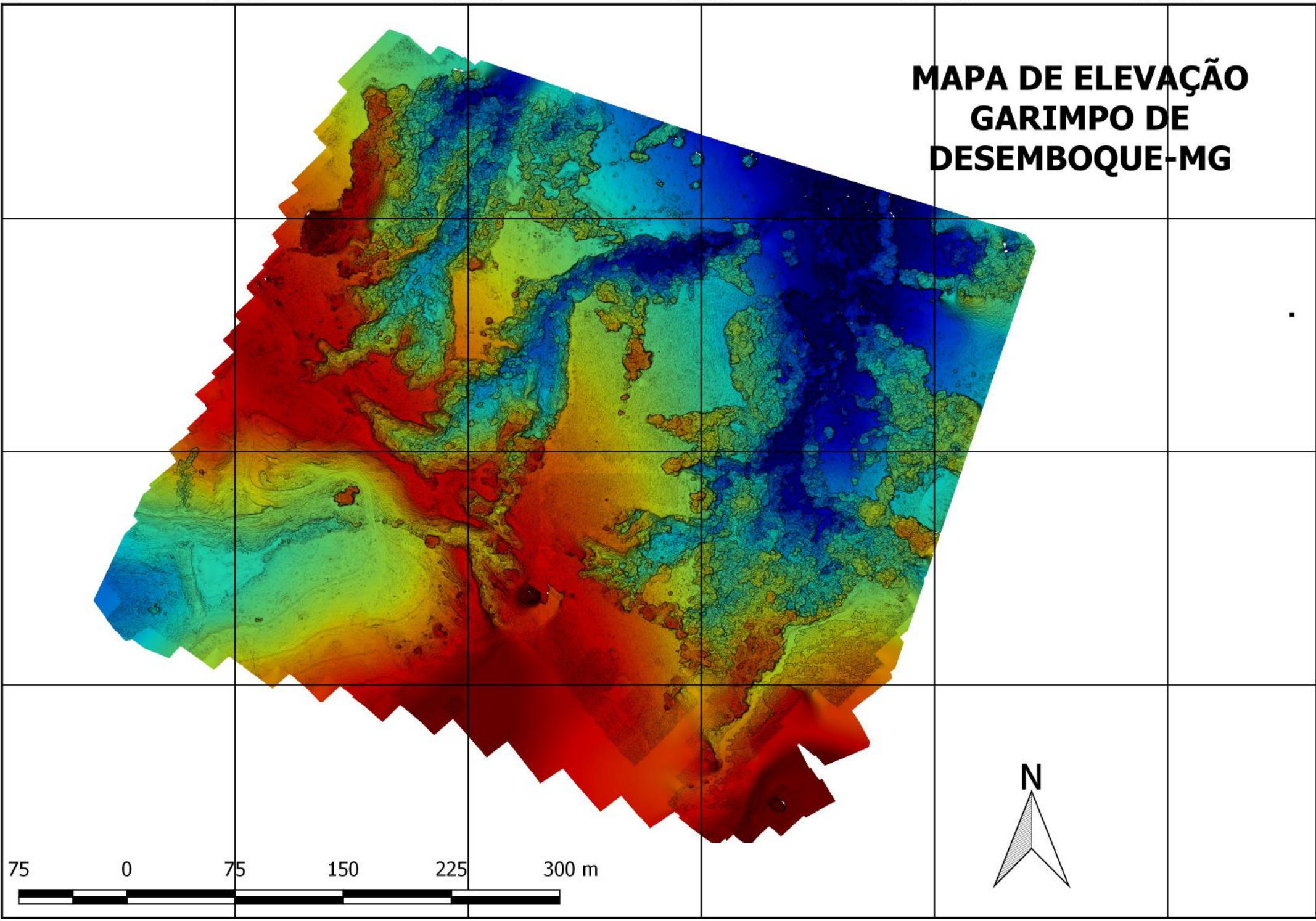
| | | Annotation | Distance | Area | Volume | Cut | Fill |
|---|---|-------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 |  | Volume 1 | | 13927.51 m ² | -60337.09 m ³ | 4574.12 m ³ | -64911.21 m ³ |
| 2 |  | Volume 2 | | 20028.78 m ² | -93498.36 m ³ | 11740.87 m ³ | -105239.24 m ³ |
| 3 |  | Volume 3 | | 36010.77 m ² | -83141.19 m ³ | 35112.40 m ³ | -118253.59 m ³ |

0°0'0.0" 50°0'0.0"E 100°0'0.0"E 150°0'0.0"E 160°0'0.0"W 110°0'0.0"W

MAPA DE ELEVAÇÃO GARIMPO DE DESEMBOQUE-MG

30°0'0.0"S
80°0'0.0"S
50°0'0.0"S

0°0'0.0"



0°0'0.000" 50°0'0.000"E 100°0'0.000"E 150°0'0.000"E 160°0'0.000"W 110°0'0.000"W

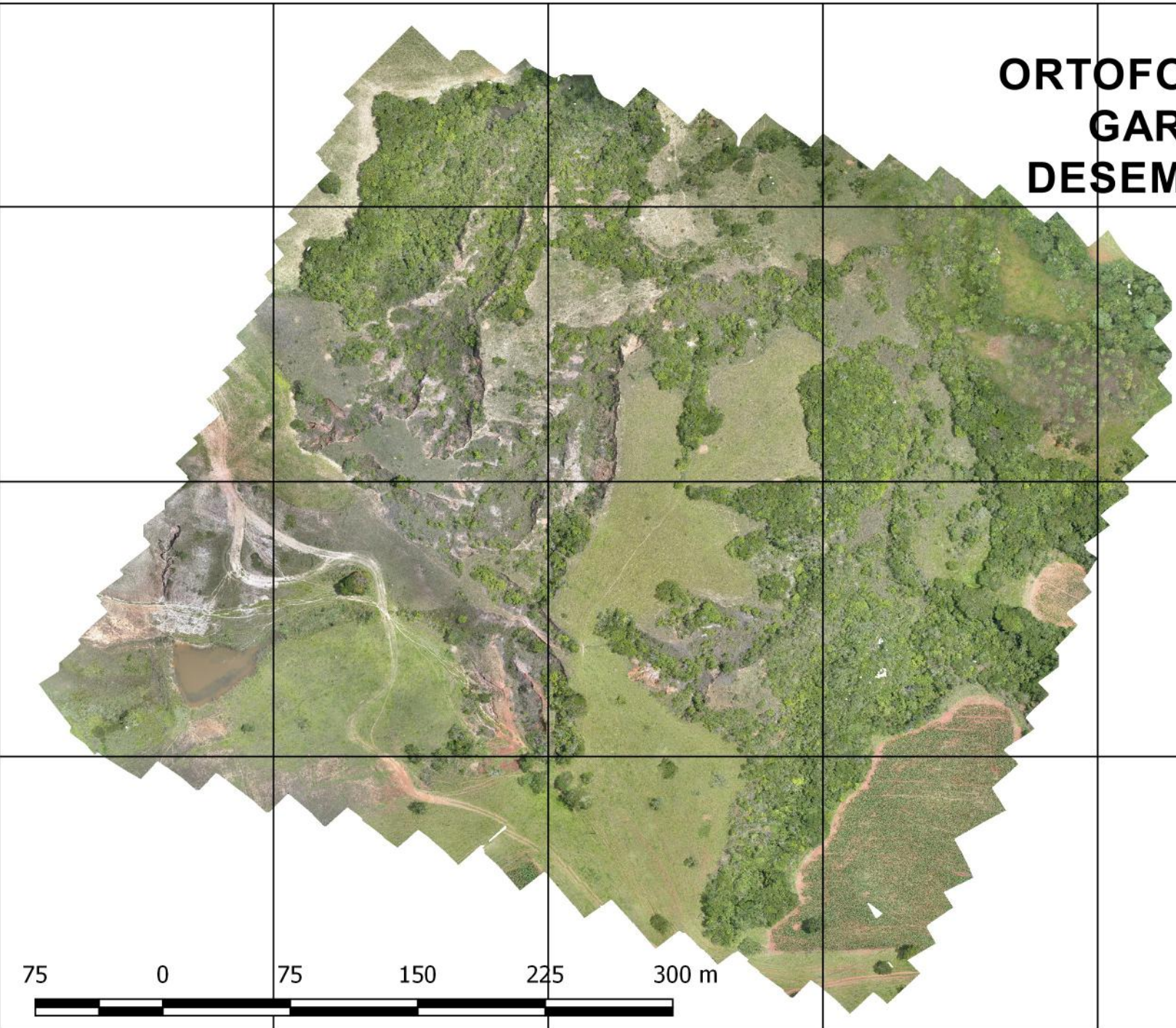
ORTOFOTOMOSAICO GARIMPO DE DESEMBOQUE-MG

30°0'0.000" S

80°0'0.000" S

50°0'0.000" S

0°0'0.000" S



75 0 75 150 225 300 m

