



**FABIO LUCIANO ALVES BESSA**

**APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO  
NO MONITORAMENTO AMBIENTAL EM PROJETOS MINEIROS**

**Itabira, MG**

**2021**

**FABIO LUCIANO ALVES BESSA**

**APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO  
NO MONITORAMENTO AMBIENTAL EM PROJETOS MINEIROS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista em Lavra de Minas a Céu Aberto.

Área de concentração: Lavra de Minas

Orientador: Fabiano Veloso Ferreira, M.Sc

**Itabira, MG**

**2021**

Título: Aplicação de sensoriamento remoto no monitoramento ambiental em projetos mineiros

Classificação: ( ) Confidencial ( ) Restrita ( x ) Uso Interno ( ) Pública

**Informações Confidenciais** - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

**Informações Restritas** - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

**Informações de Uso Interno** - São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço.

**Informações Públicas** - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados.

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B557a

Bessa, Fabio Luciano Alves  
Aplicação de sensoriamento remoto no monitoramento ambiental em projetos mineiros. Fabio Luciano Alves Bessa – Ouro Preto, MG: ITV, 2021.

49 p.: il.

Monografia (Especialização *latu sensu*) - Instituto Tecnológico Vale, 2021.  
Orientador: Fabiano Veloso Ferreira

1. Sensoriamento Remoto. 2. Planejamento Ambiental. 3. Mineração. I. Ferreira, Fabiano Veloso. II. Título.

CDD.23. ed. 528.8

Bibliotecária responsável: Nisa Gonçalves – CRB 2 – 525

**Fábio Luciano Alves Bessa**

**APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NA IMPLANTAÇÃO DE  
PROJETOS MINEIROS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista *lato sensu* em [Lavra de Minas a Céu Aberto].

Orientador: Prof. Fabiano Veloso Ferreira

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 26 de novembro de 2021 pela banca examinadora constituída pelos professores:

---

Fabiano Veloso Ferreira  
Orientador – Instituto Tecnológico Vale (ITV-Mi)

---

Janine Rodrigues Figueiredo  
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale (ITV-Mi)

---

José Fernando Miranda  
Membro externo – Universidade Federal de Ouro Preto

Os Signatários declaram e concordam que a assinatura será efetuada em formato eletrônico. Os Signatários reconhecem a veracidade, autenticidade, integridade, validade e eficácia deste Documento e seus termos, nos termos do art. 219 do Código Civil, em formato eletrônico e/ou assinado pelas Partes por meio de certificados eletrônicos, ainda que sejam certificados eletrônicos não emitidos pela ICP-Brasil, nos termos do art. 10, § 2º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001 (“MP nº 2.200-2”).

## PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas Vale. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/3D9C-FC04-5BCF-D0F1> ou vá até o site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido. The above document was proposed for digital signature on the platform Portal de Assinaturas Vale . To check the signatures click on the link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/3D9C-FC04-5BCF-D0F1> or go to the Website <https://vale.portaldeassinaturas.com.br> and use the code below to verify that this document is valid.

Código para verificação: 3D9C-FC04-5BCF-D0F1



### Hash do Documento

BE6331A4C9E7CFADA97D7A04D32A346FE02965654EFD1EBE389CE4EAF609130B

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 03/01/2022 é(são) :

- Fabiano Veloso Ferreira (Signatário) - em 03/01/2022 08:40 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Autenticação de conta

### Evidências

**Client Timestamp** Mon Jan 03 2022 08:40:25 GMT-0300 (GMT-03:00)

**Geolocation** Latitude: -19.9335811 Longitude: -43.9231988 Accuracy: 20.502

**IP** 201.17.156.147

**Hash Evidências:**

2784CBD6F65C3C8EA656D52A80DA5CF7D70110079D981FA59F56CC1B2E80760B

- José Fernando Miranda (Signatário) - em 28/12/2021 13:07 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: j.miranda@ufop.edu.br

### Evidências

**Client Timestamp** Tue Dec 28 2021 13:07:40 GMT-0300 (GMT-03:00)

**Geolocation** Latitude: -20.3824438 Longitude: -43.519425 Accuracy: 20

**IP** 191.5.84.35

**Hash Evidências:**

66DB4F88F13DA5063D94DF9232399C59E9EE28D3ED4D9CB812A505A3D205FC47

- Janine Rodrigues Figueiredo (Signatário) - em 27/12/2021 17:12 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: janine.figueiredo@itv.org

## **Evidências**

**Client Timestamp** Mon Dec 27 2021 17:12:38 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -19.919052 Longitude: -43.9386685 Accuracy: 8936.83985685202

**IP** 152.255.107.211

### **Hash Evidências:**

E6ED30230FBE4808E93CF398BCECA0958F119AA87D9C323D6822EF73903ADB19



Dedico esta monografia à minha família pela  
confiança depositada,

Aos meus amigos pela força,

Aos professores pelo simples fato de estarem  
dispostos a ensinar,

Aos orientadores pela paciência demonstrada no  
decorrer do trabalho,

Enfim, a todos que, de alguma forma, tornaram este  
caminho mais fácil de ser percorrido.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço com consideração:

Ao orientador Fabiano Veloso, ao professor Vidal Navarro Torres que em suas áreas de pesquisa colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu desenvolvimento acadêmico.

Aos colegas de classe pelo companheirismo e por crescemos profissionalmente juntos.

A minha esposa Jorgia Bessa e meus filhos Jorge Henrique e Joao Lucas que dedicaram a me amparar e a fortalecer meus ideais.

Aos amigos Caio Pereira e Alex Borges que muitas vezes esclareceram conceitos e ideias sobre o tema abordado.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar”.

Chico Xavier

## RESUMO

Ainda que sejam inegáveis os danos causados pela atividade minerária, os benefícios decorrentes dessa atividade vão além do campo econômico, sendo seus reflexos percebidos na geração de produtos diversos, imprescindíveis à vida moderna, tais como automóveis, eletrodomésticos, estruturas de casas e hospitais. Entretanto, mesmo diante da essencialidade da atividade mineira, proteger o meio ambiente é um direito fundamental garantido pela Constituição Federal do Brasil. Nestes termos, coube então ao poder público intervir com mecanismos, afim de garantir a proteção adequada ao meio ambiente. E, um dos mecanismos mais importantes para garantir a devida mitigação e/ou compensação dos danos a serem causados ao meio ambiente controle e proteção ambiental, é o licenciamento ambiental. Através dele, atividades como a mineração, devem adotar medidas compensatórias como a criação de unidades de conservação ambiental e/ou projetos de recuperação de áreas degradadas. Neste contexto, o uso de tecnologias de geoprocessamento é elementar para sintetizar informações e orientar as tomadas de decisões acerca do monitoramento e controle destas áreas de compensação ambiental. Neste enredo está inserido o objetivo geral desta pesquisa, que é apresentar a aplicação de ferramentas de sensoriamento remoto para embasamento das informações de monitoramento e controle ambiental das áreas de compensação minerária do Complexo Minerário de Itabira, localizado no município de Itabira, Minas Gerais. Para responder a este objetivo, fez-se uma revisão bibliográfica a respeito do tema somado a um estudo de caso em umas das áreas de compensação ambiental do Complexo Minerário de Itabira. Através de imagens geradas por meio de sensoriamento remoto e aplicação das técnicas de fotointerpretação, foi possível investigar qualitativamente a área de estudo. Com a realização da classificação das imagens por meio da seleção de classes de interesses, observando tonalidade, cor, forma, textura, dimensão, padrões, localização dos elementos nas imagens e considerando suas características específicas e o histórico ambiental documentado, foi possível a interpretação dos fatos na análise temporal da área de estudo. Nisto, pôde-se concluir que, as ferramentas de geoprocessamento possibilitaram um exame assertivo dessas áreas na análise temporal, mostrando-se, uma solução efetiva para monitoramento de áreas de compensação ambiental.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto. Planejamento Ambiental. Mineração.

## ABSTRACT

Although the damage caused by mining activity is undeniable, the benefits resulting from this activity go beyond the economic field, with its effects having great influence over the generation of diverse products that are essential to modern life, such as cars, houses and hospitals. However, despite the essential nature of mining activities, protecting the environment is a fundamental right guaranteed by the Brazilian Federal Constitution. In these terms, it was up to the public authorities to intervene with mechanisms in order to ensure adequate protection for the environment. In addition, one of the most important mechanisms to guarantee the proper mitigation and/or compensation of the damages caused to the environment, control and environmental protection, is called Environmental Licensing. Through it, activities such as mining must adopt compensatory measures such as the creation of environmental conservation units and/or projects to recover degraded areas. In this context, the use of geoprocessing technologies is elementary to synthesize information and guide the decision-making when monitoring and controlling those environmental compensation areas. In this plot is inserted the general objective of this research, which is to present the geoprocessing techniques as a basis for information application for decision-making regarding the environmental control of the mining compensation areas of the Itabira Mining Complex, located in the city of Itabira, Minas General. In order to meet this objective, a bibliographical review on the subject was carry out, together with a case study in one of the environmental compensation areas of the Itabira Mining Complex. Through images generated through remote sensing and application of photointerpretation techniques, it was possible investigate the study area over a qualitative measure. With the classification of images through the selection of classes of interest, observing tonality, color, shape, texture, dimension, patterns, and location of elements in the images and considering their specific characteristics from the documented environmental history, it was possible to interpret the facts in the temporal analysis of the study area. In this, it was possible to conclude that the geoprocessing tools allowed an assertive examination of these areas in the temporal analysis, showing an effective solution for monitoring environmental compensation areas.

**Keywords:** Remote sensing. Environmental planning. Mining.