

L'UTILIZZO DEL GEOPROCESSING - SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO NEL MINING

RIEPILOGO

Negli ultimi anni, la società e i mezzi produttivi hanno conosciuto un grande progresso tecnologico attraverso la disponibilità di diverse apparecchiature e sistemi informatici che hanno ampliato la capacità di comunicare e risolvere problemi attraverso l'accesso a dati e informazioni. Tra questi progressi spicca il geoprocessing, per la sua capacità di raccogliere, archiviare, condividere e analizzare i dati, compresa la sua applicazione nella pianificazione dell'esplorazione dei giacimenti, nella valutazione degli impatti ambientali, nel controllo e nella gestione operativa delle attività minerarie. Un'analisi degli strumenti di geoprocessing dal punto di vista del loro contributo alla ricerca e alla prospezione mineraria, valutazione strutturale dei giacimenti minerari, informazioni geotettoniche nelle aree di presenza di giacimenti minerari per l'esplorazione, selezione di anomalie, indagini geologiche, indagini e indagini di riserve minerarie. In questo contesto, questo articolo mira a rispondere alla seguente domanda guida: qual è il contributo del geoprocessing alle società minerarie in termini di sfruttamento commerciale e recupero ambientale di aree degradate dalle attività minerarie? Pertanto, l'obiettivo di questo articolo è quello di identificare l'applicazione degli strumenti di geoprocessing nelle attività minerarie. Pertanto, al fine di rispondere agli obiettivi dello studio e al problema evidenziato, si è deciso di effettuare una ricerca bibliografica sulla base dei fondamenti teorici degli autori. Si intendeva evidenziare il concetto, le basi e gli strumenti utilizzati nel geoprocessing; valutare l'applicazione del geoprocessing nell'attività mineraria brasiliana; analizzare il contributo del geoprocessing nella riduzione degli impatti ambientali delle attività minerarie. L'applicazione del geoprocessing nell'estrazione mineraria brasiliana contribuisce a ottimizzare la gestione attraverso l'informazione, la ricerca e la prospezione mineraria, la scoperta di giacimenti minerari, la pianificazione esplorativa di giacimenti minerari, la valutazione e determinazione dei vantaggi economici, l'interpretazione delle aree minerarie, le simulazioni di paesaggi che aiutano nella valutazione prima e dopo l'esplorazione in vista del recupero degli ambienti degradati. L'applicazione di strumenti di geoprocessing nelle attività minerarie consente di predisporre mappe, immagini e diagrammi, che vengono effettuati in aree destinate all'esplorazione mineraria, alla prospezione mineraria e alla valutazione dei giacimenti minerari, essendo, quindi, insindacabile la capacità di produrre risultati.

Parole chiave: Geoprocessing, estrazione mineraria, impatti ambientali, prospezione, giacimenti minerari.

1. INTRODUZIONE

Il Geoprocessing e il Sistema Informativo Geografico (GIS) hanno prodotto nella società informatizzata una maggiore democratizzazione della conoscenza, favorendo l'espansione delle articolazioni delle reti che hanno iniziato a coadiuvare

diverse attività che dipendono dall'informazione, nonché l'ampliamento dei campi della conoscenza.

Le informazioni e le immagini rese disponibili dalla tecnologia attraverso l'applicazione della ricerca con il Geographic Information System - (GIS), consentendo un ampio scenario per il processo decisionale nel campo della ricerca sociale, ambientale, legale e di altro tipo (ARAÚJO, 2017).

Lo studio cercherà di indagare la produzione di questa nuova conoscenza partendo dal presupposto che la sua affermazione nella società brasiliana ha portato un grande contributo attraverso l'uso di informazioni, mappe e immagini che presentano orientamenti di coordinate georeferenziate che consentono la conoscenza del territorio e il controllo punti che favoriscono la creazione di quadri di sostegno per l'istituzione di demarcazioni.

L'obiettivo di questo articolo è identificare l'applicazione degli strumenti di geoprocessing nelle attività minerarie. Si intendeva evidenziare il concetto, le basi e gli strumenti utilizzati nel geoprocessing; valutare l'applicazione del geoprocessing nell'attività mineraria brasiliana; analizzare il contributo del geoprocessing nella riduzione degli impatti ambientali delle attività minerarie.

In questa prospettiva, lo studio si limita all'analisi di questi strumenti dal punto di vista del loro contributo alla ricerca mineraria e alla prospezione nei giacimenti, alla valutazione strutturale dei giacimenti minerari, alle informazioni geotettoniche nelle aree in cui possono esistere giacimenti minerari per l'esplorazione, alla selezione dei beni (anomalie), indagini geologiche, ricerche e perforazioni di riserve minerarie.

Il problema di ricerca cerca di indagare la seguente domanda: qual è il contributo del geoprocessing alle imprese minerarie in termini di sfruttamento commerciale e recupero ambientale di aree degradate dall'attività mineraria?

Per rispondere agli obiettivi e alla domanda guida della ricerca, si è deciso di svolgere come metodologia una ricerca bibliografica basata sui presupposti teorici degli autori. I presupposti dello studio indicano che gli strumenti di geoprocessing sono essenziali per le imprese minerarie nelle decisioni di gestione, per quanto riguarda le responsabilità socio-ambientali ed economiche.

L'importanza sociale dello studio è giustificata sulla base del presupposto che le conoscenze acquisite nell'attività mineraria siano parte dei bisogni delle imprese in quanto ridimensionano le prospettive per la sua applicazione in tutti i settori di responsabilità socio-ambientale ed economica.

In questo modo, lo studio riconoscerà l'importanza di applicare i sistemi tecnologici in produzione, integrando la disponibilità di mezzi e risorse per l'applicazione di processi di analisi che favoriscono l'esplorazione mineraria senza compromettere l'ambiente, applicando le immagini e le simulazioni del Sistema Informativo Geografico (GIS) rappresentazioni del prima e dopo l'esplorazione mineraria, che possono fornire uno scenario del fenomeno reale e la necessità di procedure relative al meccanismo di recupero dell'area nel suo paesaggio naturale.

L'importanza accademica è dimostrare il contributo delle tecnologie che fanno parte dell'insieme delle informazioni georeferenziate per l'applicazione nelle aziende dalle loro esigenze, avendo posto la questione delle società minerarie e delle loro sfide di fronte all'uso efficiente delle informazioni.

2. SVILUPPO

2.1 CONCETTO DI GEOPROCESSING

Il termine Geoprocessing rappresenta una disciplina della conoscenza che utilizza tecniche, strumenti computazionali, associati all'analisi avanzata di strutture matematiche per il trattamento delle informazioni geografiche. Da questo punto di vista, il geoprocessing dei dati sta influenzando sempre più gli ambiti di Cartografia, prospezione mineraria, analisi delle risorse naturali, trasporti, comunicazioni, energia e pianificazione urbana e regionale (ARAÚJO, 2017).

Gli strumenti computazionali per il Geoprocessing, denominati Sistemi Informativi Geografici (GIS), consentono di effettuare analisi complesse, integrando dati provenienti da diverse fonti che, creando un database georeferenziato, consentono anche di automatizzare la produzione di materiali cartografici, ottenere immagini in rilievo, di strutture spaziali e paesaggi che consentono la visualizzazione prima e dopo qualsiasi tipo di modifica ambientale (LANG; BLASCHKE, 2019).

Il geoprocessing è un tipo di tecnologia che ha reso possibile una maggiore democratizzazione della conoscenza, favorendo l'espansione delle articolazioni delle reti che hanno iniziato ad aiutare diverse attività che dipendono dall'informazione, nonché l'ampliamento dei campi della conoscenza attraverso informazioni e immagini messe a disposizione che consentire un ampio scenario per il processo decisionale nel campo della ricerca in diverse aree (ROCHA, 2011).

I dati geografici sono costituiti dalla relazione tra dati spaziali e dati tabulari, la cui funzione di questi dati è di rappresentare graficamente, fisicamente, quantitativamente e qualitativamente gli elementi esistenti sulla superficie terrestre. I dati spaziali sono costituiti principalmente da pixel, linee, punti e poligoni, e vengono utilizzati per rappresentare graficamente elementi della superficie terrestre, quali: drenaggio, viabilità, rilievo, vegetazione, area di esplorazione mineraria, ecc. (ROCA, 2011).

In questo contesto, il geoprocessing comprende un insieme di dati elaborati che consentono una conoscenza diversificata associata ai mezzi di acquisizione e archiviazione di una gamma di informazioni che favoriscono un raggruppamento di diverse tecnologie, consentendo agli utenti di creare tecniche innovative per l'acquisizione di elementi costitutivi che consentono archiviazione delle fonti, gestione e manipolazione delle informazioni con i dati incrociati per l'applicazione in vari campi della conoscenza per aziende e governi (LANG; BLASCHKE, 2019).

Cubas e Taveira (2021), comprendono che il geoprocessing ha le tecnologie e le tecniche, i principi e l'applicazione di metodi per comprendere le informazioni e utilizzare fonti che favoriscono la visualizzazione di dati che possono essere documentati, consentendo la diversificazione delle informazioni formate da componenti che coinvolgono dati geografici.

I programmi per computer sono gratuiti, condivisi e aperti, consentendo a utenti privi di risorse finanziarie di essere inseriti nel mondo del geoprocessing, senza la necessità di ingenti investimenti finanziari, tuttavia è necessaria un'attenta analisi prima di fare l'opzione per qualsiasi tipo di programma per computer che contiene l'uso di variabili, come: tempo di apprendimento, facilità d'uso, compatibilità, caratteristiche dell'attrezzatura che verrà utilizzata per eseguire i programmi, tempo nella generazione di informazioni geografiche, tra gli altri campi della conoscenza sociale e geografica (ROCHA, 2011).

Le tecniche di geolaborazione coprono elementi che devono essere modellati in schemi specifici per ottenere livelli di informazione efficienti, le tecniche sono varie in ogni ambiente in cui vengono proiettate le osservazioni dei dati raccolti e la natura del lavoro è multidimensionale (ARAÚJO, 2017).

2.2 STRUMENTI DI GEOPROCESSING

Tutte le conoscenze su mappe e immagini che presentano orientamenti coordinati georeferenziati che consentono la conoscenza del territorio e punti di controllo che favoriscono la creazione di punti di riferimento di supporto per l'istituzione di demarcazioni necessitano dell'uso di strumenti (ARAÚJO, 2017).

Secondo Cubas e Taveira (2021), gli strumenti costituiscono le condizioni per la dimostrazione dei dati informativi, che devono essere conosciuti dalla società, attualmente ci sono gli strumenti principali:

2.2.1) Sistema Informativo Geografico (GIS) - Questo strumento noto come (GIS) o Sistemi Informativi Territoriali, offre le condizioni per acquisire conoscenze in aree tecniche se alimentato dai dati necessari alla produzione di analisi matematiche e all'applicazione di il modello parametrico che indicherà le variabili e gli indicatori per l'applicazione della soluzione.

Secondo Câmara, Davis e Monteiro (2008), l'alimentazione dei dati è essenziale per evitare costi costosi nei processi di acquisizione. Pertanto, quando utilizza lo strumento, l'utente deve disporre di dati che possano facilitare la manipolazione dei risultati e ridurre i tempi di risposta. Quando esistono già i dati per alimentare il GIS dei Sistemi Informativi Territoriali, segue il processo di digitalizzazione manuale o automatica.

2.2.2) Fotometria – È uno strumento utilizzato per generare dati per la realizzazione di mappe cartografiche. La cartografia non si limita ad ottenere informazioni, diventa anzi uno strumento di grande influenza per lo sviluppo del pensiero formale, strettamente legato allo sviluppo cognitivo. Di conseguenza, rappresenta un elemento di stimolo intellettuale di base e necessario per lo studio (ARAÚJO, 2017).

In questo contesto, lo strumento è fondamentale soprattutto per i progetti di recupero di aree degradate da impatti ambientali, in quanto consente di descrivere lo scenario ambientale attraverso la mappatura di grandi aree attraverso immagini digitali (ARAÚJO, 2017).

La fotogrammetria genera una tecnologia affidabile che favorisce le immagini fisiche dell'ambiente che favorisce interpretazioni dettagliate di immagini e oggetti. L'uso della fotografia metrica è un esempio di uno strumento che ha un grande potere di determinare la forma e le dimensioni di aree e oggetti attraverso fonti informatiche che generano mappe topografiche e planimetriche (ARAÚJO, 2017).

La fotogrammetria interpretativa, invece, proietta l'identificazione di ogni oggetto che compare nella mappatura. In questo caso, spetta all'utente sviluppare studi sistematici delle immagini fotografiche al fine di interpretare correttamente gli oggetti individuati nell'area studiata.

2.2.3) Telerilevamento - E' uno strumento essenziale per favorire l'acquisizione dei dati, il suo utilizzo è diventato possibile grazie al progresso tecnologico di sistemi orbitali dotati di sensori ad alta risoluzione, che consentono la completa confinamento di vaste aree (ARAÚJO, 2017).

2.2.4) Global Position System o Global Positioning System – (GPS) – È un altro strumento utilizzato e la sua accuratezza è riconosciuta per ottenere il miglior posizionamento geografico per la realizzazione di mappe attraverso la possibilità di ottenere misure angolari e misure di distanza nelle mappe terrestri , favorendo la perfetta visualizzazione dei punti di misura. Pertanto, lo strumento funge anche da guida per la creazione di reti geodetiche (ARAÚJO, 2017).

2.3 Geoprocessing nell'estrazione mineraria brasiliana

Il settore minerario opera direttamente nell'esplorazione di vari tipi di risorse minerarie, che dipendono dai diritti minerari, con il Dipartimento nazionale delle produzioni minerarie - DNPM, ente che ha la competenza per mantenere il controllo normativo dei diritti di esplorazione. Quindi, al fine di mantenere i diritti minerari e tutelare il prodotto per il mercato, si crea una congiuntura economica e ambientale che implica il monitoraggio degli eventi associati a ciascun titolo minerario appartenente alle società, nonché ai titoli dei concorrenti. In questo campo, l'informazione è diventata uno strumento necessario per le aziende che sopravvivono nel mercato minerario (ROCHA, 2011).

Le società minerarie garantiscono la continuità dei contratti con i clienti, garantendo la fornitura di minerali in base alla domanda, il che determina la necessità di cercare nuove aree esplorative che possano fornire opportunità di esplorazione per soddisfare nuovi progetti (ROCHA, 2011).

Secondo Ribeiro (2020, p. 1) per quanto riguarda il contributo del geoprocessing nell'attività mineraria:

La geoelaborazione e la mappatura geologica sono strumenti estremamente importanti per l'estrazione mineraria. Oltre a consentire l'identificazione dei giacimenti minerali, aiuta nella scelta dei luoghi più appropriati per l'apertura di una miniera. Pertanto, questi strumenti, combinati con la pianificazione mineraria, mirano a ottimizzare le attività minerarie, in quanto forniscono informazioni essenziali sulla modalità di presenza del minerale, la variazione dei gradi, la sua distribuzione geografica, il rapporto sterile/minerale, la presenza di discontinuità, tra gli altri. Questa informazione è indispensabile, in quanto fornisce sussidi per la direzione delle attività durante la vita utile dell'impresa.

Attualmente, i processi diversificati ottenuti con l'uso del geoprocessing e della mappatura hanno favorito le conoscenze socio-ambientali, l'archiviazione delle informazioni e il loro utilizzo nelle diverse tecniche computazionali favoriscono la valutazione delle aree, l'effettuazione di analisi comparative e ambientali delle risorse naturali e l'esplorazione mineraria (RIBEIRO, 2020).

Il geoprocessing ha offerto alle società minerarie l'opportunità di applicare modelli di simulazione di località adatte alla prospezione mineraria, al lavoro tecnico per la valutazione delle risorse geologiche e alla ricerca mineraria. Il processo di implementazione di un Sistema Informativo Geografico (GIS) nelle società minerarie favorisce l'organizzazione di un'ampia gamma di dati georeferenziati che consentono una visione ampia dell'ambiente minerario da informazioni combinate sotto forma di grafici, tabelle, mappe e report (SILVA, 2013).

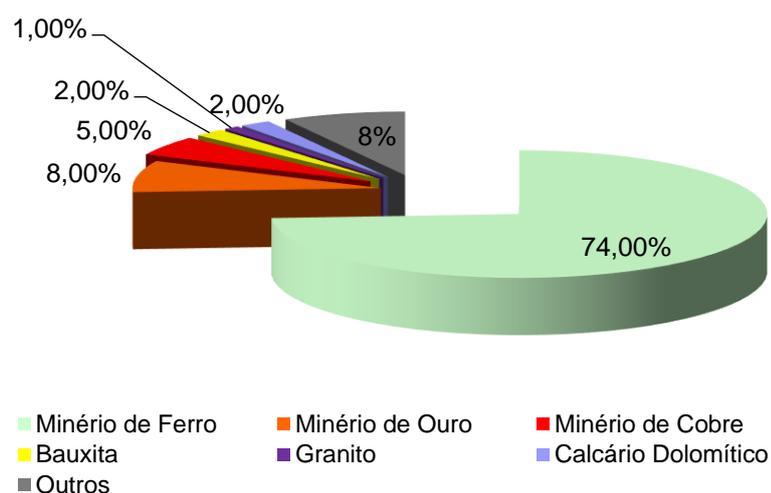
I temi georeferenziati utili alle imprese minerarie si riferiscono alla possibilità di mantenimento dei propri diritti minerali o in altro modo, al controllo di eventi minerali e ambientali connessi alle responsabilità previste dalla legge, oltre all'adeguata selezione delle aree di interesse della ricerca, informazioni da fornitori, clienti e situazione del mercato. Pertanto, è uno strumento essenziale per la gestione delle attività minerarie (ROCHA, 2011).

2.4 Geoprocessing nella riduzione degli impatti ambientali dell'attività mineraria

L'estrazione mineraria è un settore importante dell'economia, produce beni e dà lavoro a migliaia di persone, rappresentando una risorsa preziosa per la riscossione delle tasse per stati e comuni.

Il Brasile esporta tonnellate di minerali, rappresentato nella Figura 1 (grafico) tra gli anni 2020/2021, c'è stato un aumento considerevole di 138,7 miliardi nel 2020 per un fatturato annuo di 249,8 miliardi di reais nell'anno 2021. In Per quanto riguarda il minerale d'oro nel 2020, il valore dell'export è stato di 23,2 miliardi e nel 2021 l'export è salito a 27,1 miliardi, il minerale di rame da 13,8 miliardi nel 2020 a 17,8 miliardi nel 2021, la bauxite è passata da 4,5 miliardi nel 2020 a 5,2 miliardi nel 2021, granito, che ha raggiunto un livello di 3,2 miliardi nel 2020, ha superato i 4,2 miliardi nel 2021, il minerale di calcare dolomitico ha raggiunto 4,2 miliardi nel 2020, ha raggiunto 6,2 miliardi nel 2021 e altri minerali che hanno raggiunto circa 21,4 miliardi nel 2020, hanno raggiunto il valore di esportazione annuale di 28,9 miliardi nel 2021 (GEOSCAN , 2021).

FIGURA 1 - Produzione mineraria in Brasile



Fonte: Geoscan (2021)

Anche i dati di valore del Prodotto Interno Lordo - PIL sono rappresentativi della crescita in termini di economia nazionale, l'attività estrattiva genera grandi impatti ambientali. Secondo la Delibera del Consiglio Nazionale dell'Ambiente - CONAMA (1986) l'attività estrattiva richiede una licenza ambientale e nei casi di impatto sulle aree, con trasformazione delle condizioni naturali e ambientali, la legge determina l'imperativo per l'impresa inquinante di definire le modalità di recupero dell'impresa di attività mineraria (ARAÚJO, 2017).

Pertanto, l'attività mineraria non implica solo la licenza ambientale, ma anche l'applicazione di uno Studio di Impatto Ambientale - VIA e la redazione di un Rapporto di Impatto Ambientale - RIMA.

A questo proposito, ci sono grandi sfide in termini di gestione ambientale nelle imprese minerarie che implicano la pianificazione di azioni per analizzare i limiti dei pozzi e delle regioni di lavorazione e anche avere un piano per ridurre gli impatti ambientali dopo lo svolgimento delle attività (GUTERVIL; TAVEIRA, 2021).

L'utilizzo del geoprocessing come risorse per evitare impatti ambientali nelle aree sfruttate dall'attività mineraria è una realtà tra le aziende del settore. Affinché l'applicazione di strumenti di geoprocessing e di Sistema Informativo Geografico (GIS), gli specialisti possano ottenere risultati in termini di ricostituzione del rilievo precedente, anche dopo la modifica del paesaggio, la tecnica è caratterizzata dalla creazione di un modello digitale di l'area esplorata con strumenti software che simulano una realtà virtuale in modo statico, seguendo direttamente tutti i cambiamenti presentati nell'ambiente, dall'evoluzione della fossa che viene poi colmata per recuperare il paesaggio.

Con gli strumenti di geoprocessing è possibile ottenere una visione reale delle differenze di volumetria delle aree esplorate, con l'utilizzo di immagini tridimensionali diventa possibile recuperare il paesaggio con cumuli di sterili per riempire le fosse lasciate dall'esplorazione di l'area.

Il Sistema Informativo Geografico (GIS), associato alla modellazione matematica a terra, costituisce una tecnica di grande valore aggiunto, in quanto favorisce la manipolazione e l'analisi di diverse tipologie di dati importanti: come i dati puntuali che individuano le città e gli attributi nel mining le zone; dati lineari che dimostrano la presentazione di fiumi e reti di drenaggio e altri tipi di dati che possono conferire caratteristiche ad una determinata regione rappresentabili sotto forma di immagini, grafici, informazioni descrittive che contemplano variabili dettagliate dell'area di intervento (TERRA; BLASCHKE , 2019).

Gli strumenti di geoprocessing sono anche in grado di analizzare una regione da aspetti legati alla variazione di temperatura, applicando colori diversi per dimostrare le temperature più alte o più calde, come le aree in cui vi è una predominanza di calcestruzzo (ARAÚJO, 2017).

L'uso della modellazione digitale fa parte della tecnologia applicata durante il processo di manipolazione del Sistema Informativo Territoriale (GIS), quando

coinvolgono aspetti quali l'elaborazione dei dati e l'analisi dei risultati, nonché la rappresentazione da approfondire secondo le caratteristiche di l'area geografica.

3. CONCLUSIONE

Dal punto di vista della seguente guida: qual è il contributo della geoprocessing alle mining company nell'ambito dello sviluppo commerciale e del recupero ambientale delle aree e del degrado dell'attività mineraria? Questo articolo ha lo scopo di identificare l'applicazione degli strumenti di geoprocessing nell'attività mineraria.

Lo studio ha acconsentito a verificare il contributo del geoprocessing alle imprese minerarie in termini di sfruttamento commerciale e di recupero ambientale delle stesse sono degradanti dell'attività mineraria e dell'individuo l'applicazione degli strumenti di geoprocessing nelle attività mining, mostrando che tutti gli strumenti di mappatura, immagini e diagrammi che sono effettuate in aree destinate all'estrazione mineraria, alla prospezione mineraria e alla valutazione dei giacimenti minerari, sono insindacabili come alla loro capacità di produrre risultati soddisfacenti.

Il Geoprocessing e i suoi strumenti offrono opportunità per la creazione del Sistema Informativo Territoriale - GIS, che si basa sulla diffusione di informazioni in fonti di dati interpretabili in diversi modi e strumenti di analisi, che favorisce le imprese in termini economici, sociali, politico e ambientale.

Gli strumenti utilizzati nel geoprocessing sono diversificati e tecnologici, che favoriscono una serie di azioni indispensabili alla produzione di consocenza sull'ambiente, agendo nella politica di conservazione ambientale e di recupero delle aree degradate.

If it is a risk contract che l'applicazione del geoprocessing nell'estrazione miner brasiliana contribuisce alla ricerca ottimale la gestione attraverso informazioni, scoperta e prospezione mineraria, scoperta di giacimenti minerari, pianificazione dell'esplorazione di giacimenti minerari, valutazione e dei determinazione, interpretazione of economic aree mining, simulazioni paesaggistiche che aiutano nella valutazione del prima e dopo l'esplorazione in vista del recovery degli ambienti degradati.

Il contributo del geoprocessing nell'impatto ambientale dell'attività mineraria è una realtà che molte mining company stanno già circondando la determinazione di come mitigare l'impatto dell'attività mineraria sull'esplorazione. Il telerilevamento, unito

all'utilizzo di dati cartografia, consente di effettuare rilevamenti pregressi di informazioni relative all'area da acquisire.

In questo modo, il lavoro sul campo diventa più obiettivo ed efficiente utilizzando strumenti di simulazione del paesaggio con diversi sistemi di sensori orbitali, selezionati in base all'obiettivo perseguito dalle prove eseguite e l'uso di immagini georeferenziate al fine di confrontare il prima e il dopo l'esplorazione mineraria, in al fine di analizzare i cambiamenti o gli impatti sul paesaggio e le sue caratteristiche.

Le immagini georeferenziate favoriscono un'ampia visione del paesaggio prima e dopo l'esplorazione, le risorse necessarie sono le fonti di dati che consentono all'utente esperto una macro valutazione per diagnosticare e quantificare perdite e danni in eventi legati al degrado ambientale.

Le immagini georeferenziate possono essere utilizzate in più fasi insieme ad altri dati tecnici che possono produrre livelli di valutazione ambientale in modo da applicare tecniche nelle fosse per lasciare il paesaggio non sfigurato dal degrado causato dalla rimozione dei minerali.

RIFERIMENTI

ARAÚJO, Marcelo Henrique Siqueira de. *Fundamentos de Geoprocessamento aplicados à Mineração*. 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA, 2017.

CÂMARA, Gilberto; DAVES, Clodoveu; MONTEIRO, Miguel Antônio Vieira. *Introdução a ciência da Geoinformacao*. 2008. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

GEOSCAN – Empresa Mineradora. *Mineração no Brasil em 2021: Confira um panorama do setor*. Disponível em: <<https://www.geoscan.com.br/blog/mineracao-no-brasil-em-2021/#:~:text=Os%20%20estados%20acima%20foram,2%25%20e%20outros%207%25%3B>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

GUTERVIL, Monyra; TAVEIRA, Bruna Daniela de Araújo. *Geoprocessamento: Fundamentos e técnicas*. 1. ed. São Paulo: Inter Saberes, 2021.

LAND, Stefan; BLASCHKE, Thomas. *Análise da paisagem com SIG*. 6. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

RIBEIRO, Adalgisa. *Geoprocessamento e mapeamento geológico*, 2020. Disponível em: <<https://adalgisaribeiro.com.br/servicos/mineracao/geoprocessamento-mapeamento-geologico/>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

ROCHA, Valéria da. *Utilização do Geoprocessamento para simular reconstituição do relevo após atividades de mineração*. 2011. 47 f. Monografia (Curso de Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2011.

SILVA, Luan Patrick dos Santos. *Diagnóstico ambiental preliminar de áreas de mineração de saibro no município de Macapá – AP, com o suporte de ferramentas de geotecnologias*. 2013. 50 f. Monografia (Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, Macapá, 2013.