

# Especialização em Mineração e Meio Ambiente

## Leitura de Ambientes da Mineração



Oldair Vinhas Costa  
Marcelo Henrique Siqueira de Araújo

# **Leitura de Ambientes da Mineração**

Cruz das Almas - BA  
2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

C837I

Costa, Oldair Vinhas.

Leitura do ambiente da mineração / Oldair Vinhas Costa; Marcelo Henrique Siqueira Araújo.\_ Cruz das Almas, BA: UFRB, 2018.

45p.; il.

ISBN: 978-85-5971-053-3

1.Mineração – Meio ambiente. 2.Mineração – Aspectos ambientais. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Superintendência de Educação Aberta e a Distância. II.Araújo, Marcelo Henrique Siqueira. III.Título.

CDD: 551

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.







**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB**

**Silvio Luiz de Oliveira Soglia**  
Reitor

**Georgina Gonçalves dos Santos**  
Vice Reitora

**SUPERINTENDÊNCIA DE EDUCAÇÃO ABERTA E A DISTÂNCIA-SEAD**

**Adilson Gomes dos Santos**  
Superintendente – Coordenador UAB

**Sabrina Carvalho Machado**  
Coordenadora Adjunta UAB

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS - CCAAB**

**Elvis Lima Vieira**  
Diretor

**Josival Santos Souza**  
Vice-Diretor

**Marcela Rebouças Bomfim**  
Coordenador do Curso Especialização  
em Mineração e Meio Ambiente - Ead

**Giselle Chagas Damasceno**  
Vice-Coordenador do Curso Especialização  
em Mineração e Meio Ambiente - Ead

**EQUIPE DE PRODUÇÃO DA SEAD**

**Revisão**  
Dayane Souza Alves

**Diagramação**  
Carlos André Lima de Matos - Estagiário

**Agesandro Azevedo Carvalho**  
Técnico em Assuntos Educacionais

**Jônatas de Freitas Santos**  
Técnico em Informática

**Sueli Rodrigues**  
Assistente em Administração

**Alberto Roque Cerqueira de Azevedo**  
Técnico em Audiovisual

**Gilvan dos Santos**  
Chefe do Núcleo de Tecnologia

**Lailson Brito dos Santos**  
Estagiário

**Luiz Artur dos Santos da Silva**  
Assistente em Administração

**Ravi Oliveira dos Santos**  
Estagiário

SEAD - UFRB  
Casa Nº 1 - Campus Universitário. Telefone: (75) 3621-6922.  
Rua Rui Barbosa, 710 - Centro. Cruz das Almas-BA.



# Apresentação

Prezado(a) Aluno(a),



componente “Leitura de Ambientes da Mineração” constitui um instrumento integrador inserido no currículo com o objetivo de potencializar a associação entre os diversos componentes do curso de Mineração e Meio Ambiente, por meio do envolvimento de docentes e dos conteúdos ministrados, possibilitando um rico debate que fortalecerá a visão crítico-constructiva dos discentes.

O instrumento integrador “Leitura de Ambientes” tem o importante papel no curso de promover diálogos interdisciplinares entre os demais eixos que compõem o curso. Desta forma, busca-se oportunizar a realização de um estudo prático de avaliação e análise ambiental, que permitirá vivenciar experiências no campo da investigação científica em um determinado contexto socioambiental.

Em termos gerais, a leitura é a forma como se interpreta um conjunto de informações, visando desenvolver o raciocínio, o senso crítico e a capacidade de interpretação sobre determinado tema, objeto, indivíduo ou mesmo do meio em que se vive. Desta forma, a leitura de ambientes torna-se um instrumento utilizado em diferentes áreas do saber com o objetivo comum de fornecer, ao tomador de decisão, elementos e uma visão global sobre as complexas interações que ocorrem entre os componentes ambientais. Sobretudo, busca fornecer elementos para a compreensão da responsabilidade humana enquanto parte do sistema, auxiliando no desenvolvimento de competências para um adequado planejamento e uso compartilhado e racional da Terra.

Ao longo deste documento, pretende-se fornecer aos leitores elementos básicos para o entendimento sobre a diversidade ambiental, a percepção do ambiente pelos indivíduos que o compõe, a atividade da mineração e seus impactos ao ambiente, a necessidade de mitigação dos impactos provocados e formas para compreensão desafios que envolvem a atividade.





# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Ambiente Terrestre e Diversidade .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Recursos Minerais e Energéticos da Terra .....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>Alterações do Ambiente pela Atividade de Mineração .....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Percepção e Análise Ambiental .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Ferramentas para a Leitura de Ambientes .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>Levantamentos de dados e de informações sobre o ambiente</b>	<b>34</b>
<b>6.2</b>	<b>Fichas para reflexão</b>	<b>36</b>
<b>6.3</b>	<b>Análise ambiental com geoprocessamento</b>	<b>39</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>41</b>



# 1 Introdução

A observação e entendimento das diferentes paisagens que compõem o ambiente são de fundamental importância para o homem, diante da incessante busca pelas suas origens, seu papel no universo e na Terra, bem como para o uso racional e compartilhado do meio em que vive com outros organismos.

As diferentes atividades realizadas pelo homem (coleta, caça, pesca, agropecuária, industrialização, mineração, dentre outras), causam impactos que podem ser sinérgicos àquelas desenvolvidas pelos outros componentes do sistema, ou como ocorre frequentemente, causar mudanças drásticas ao meio, comprometendo negativamente o equilíbrio do sistema planetário. Segundo Araújo (2017), a humanidade tem ocupado e modificado a paisagem com suas atividades, reservando muito pouco para a manutenção de amostras representativas dos ecossistemas naturais e suas variadas formas de vida. Assim, muitos habitats e espécies estão sob ameaça de desaparecimento, quando não desaparecem, ficam irremediavelmente modificados, acarretando riscos que afetam as relações de equilíbrio entre os diversos componentes e, conseqüentemente, a qualidade de vida das atuais e, especialmente, das futuras gerações.

Das diferentes atividades desenvolvidas pelo homem, a Mineração, de acordo com Damasceno (2017) e Almeida Jr. (2017), é uma atividade extremamente importante e positiva para economia e desenvolvimento social, por se constituir em um dos setores básicos da economia do país, que contribui de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime. Entretanto ao longo dos anos e até hoje é vista como uma atividade exclusivamente extrativa e geradora de danos socioambientais.

Apesar do importante suporte às ações humanas, a indústria da mineração é considerada como uma das mais poluentes e modificadoras da paisagem natural, devido aos efeitos nocivos ao meio abiótico e biótico, por comprometer questões sociais, econômicas, sanitárias e ambientais. Em

diferentes partes do mundo, a mineração é uma atividade econômica responsável por grande parte da poluição industrial. Tanto a extração quanto o processamento, a deposição de seus estéréis e rejeitos provocam perdas de grandes áreas de ecossistemas nativos ou agrossistemas, causando sérios danos ao solo, à paisagem local e regional, a água e ao ar, que levam à quebra de ciclos naturais terrestres por contaminação, processos erosivos, desflorestamentos, bem como a desastres segundo Zhouri *et al*, (2016) capazes de degradar extensas regiões e causar grande sofrimento social.

Estes impactos levam à necessidade constante de avaliação e monitoramento das atividades de mineração, por parte não somente dos profissionais que trabalham neste setor, mas também de todas as partes interessadas (*stakeholders*), ou seja, todos aqueles que direta ou indiretamente são afetados por todas ou alguma das etapas da cadeia produtiva da mineração (DONADELLI *et al*, 2016). A avaliação e monitoramento contínuo é fundamental para a redução dos riscos e ajustes dos procedimentos, tendo sempre como base o princípio da precaução, um dos pilares do nosso sistema legal (BARROS, 2017).

Ciente dos grandes problemas que empreendimentos econômicos como o minerário podem causar ao ambiente, Barros (2017) destaca que, ao longo de décadas foi se configurando globalmente, uma série de instituições de controle ambiental. No Brasil, foram criadas a figura do “licenciamento ambiental” e uma política nacional de avaliação de impactos ambientais, exigindo estudos e audiências públicas para o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras. Neste cenário, desencadeou-se todo um trabalho de normatização, transformado em normas federais, em resoluções e na criação de leis de ação civil pública, que disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valores artísticos, estéticos, históricos. Ainda segundo a autora, para a proteção do bem de uso comum e garantia de uma vida saudável, o Direito Ambiental utilizou-se de uma série de princípios, expressos tanto na Constituição brasileira quanto na Política Nacional de Meio Ambiente, visando, dentre outros, o acesso justo e democrático aos recursos naturais, mas também a preservação e proteção do meio ambiente e reparação do bem ambiental danificado.

Para Milaré (2001), citado por Barros (2017), a implantação de qualquer atividade ou obra efetiva ou potencialmente degradadora deve submeter-se a uma análise e controle prévios. Tal análise se faz necessária para se anteverem os riscos e eventuais impactos ambientais a serem prevenidos,



corrigidos, mitigados e, ou compensados quando da sua instalação, da sua operação e, em casos específicos, do encerramento das atividades.

Um dos principais instrumentos para o controle é a avaliação de impactos ambientais, previstos em leis, sob a forma de estudo prévio de impacto ambiental. O Controle Ambiental constitui num instrumento de gestão voltado para a prevenção, redução e mitigação dos impactos ambientais negativos causados pelas atividades antrópicas (BOMFIM, 2017; BARROS, 2017). Além deste instrumento estão previstos pela Política Nacional de Meio Ambiente o Zoneamento Ambiental, o Estabelecimento de Padrões de Qualidade e o Licenciamento Ambiental (RAMOS, 2017).

Dentre os métodos utilizados para a avaliação de impactos ambientais, está a lista de controle que segundo Bomfim (2017) consiste na identificação e enumeração dos impactos por meio da diagnose ambiental relacionados aos meios físicos, bióticos e socioeconômicos, reunindo os mais prováveis impactos associados e facilitando o entendimento por profissionais de diversas áreas.

Nesse sentido, a percepção de como o ambiente se comporta, frente às drásticas alterações causadas pela atividade de mineração, é um dos primeiros passos em busca da consciência pelo homem a respeito do meio em que está inserido, fazendo com que o mesmo entenda o seu papel junto ao sistema e ajude a manter as condições que garantam a sua permanência no planeta.

Apesar disso, em consequência do imediatismo do desenvolvimento econômico fundamentado no consumo, o homem, mesmo consciente da sua capacidade intelectual e responsabilidade, ao longo da sua história evolutiva, tem esquecido, ou feito questão de esquecer, como ler e perceber o ambiente em que vive, colocando em risco a sua própria sobrevivência.

De acordo com Lovelock (2006 a e b), os seres humanos são lentos em enxergar os grandes perigos que ameaçam a todos, que impede, por exemplo, perceber os riscos do aquecimento global, real e mortal, por rejeitarem os sinais de que o mundo está mudando e raramente enxergar além das necessidades imediatas da humanidade.

Segundo o mesmo autor, há grandes resistências em se entender que a Terra (Gaia) é um sistema em evolução, um sistema constituído por todos os seres vivos e o seu ambiente na superfície terrestre, os oceanos, a atmosfera e as rochas da crosta, estas duas partes firmemente unidas e indivisíveis. Portanto, o planeta funcionaria como se fosse um sistema vivo e total e para entendê-lo é preciso uma visão “de cima para baixo”.

Apesar da lentidão da ciência em entender os problemas ambientais imediatos e de sua visão mais estreita, reducionista, estudando detalhes e processos dentro de campos específicos, o homem é a primeira espécie conscientemente inteligente e com grande valor potencial para entender os problemas por ele gerado e descobrir novos métodos passíveis de solução, basta para isso, mudar a forma de pensar o sistema Terra, retroceder em ações amplamente difundidas e deletérias ao planeta e escolher caminhos que levem à saúde de todo o sistema (LOVELOCK, 2006 b).

Resende e Couto (2015) ao questionar sobre como os indivíduos aprendem, fazem alusão ao pensamento de Sócrates a respeito do assunto:

Os que estão comigo parecem no começo ignorantes, mas depois... fazem um progresso admirável. Contudo, é claro que nada aprenderam de mim, senão que são eles que, por si mesmos, acharam muitas e belas coisas que já possuíam. Todos os homens, quando bem interrogados, tudo encontram por si mesmos, o que não fariam se não possuíssem, em si, as luzes de certa razão.

Desta forma, a busca pela mitigação dos fortes impactos ambientais que os homens causam, devido ao modo de vida que optaram desenvolver ao longo da sua história, deve passar pela percepção do ambiente, suas dinâmicas e interações, por meio da leitura dos sinais constantemente emitidos por organismos ou mesmo pelo meio físico, visando o equilíbrio global.

## 2 Ambiente Terrestre e Diversidade

O planeta terra (Figura 2.1) foi formado pelo mesmo material que compõem os demais corpos do Sistema Solar e tudo mais que faz parte do Universo. Segundo Allègre e Schneider (2013), a diferenciação do planeta aconteceu rapidamente depois de formado pela acreção de poeira cósmica e meteoritos. Cerca de 4,4 bilhões de anos atrás surgiu o núcleo (que com o manto, determina o ciclo geotermal, incluindo o vulcanismo); gases emergindo do interior do planeta também contribuíram para a formação da atmosfera. Tempos depois, apesar de a questão ainda não estar completamente resolvida, parece que a crosta continental se formou de vários elementos separados em profundidades diferentes.

Embora tenha perdido os seus elementos voláteis na fase de acreção do Sistema Solar, a terra apresenta uma atmosfera secundária formada por emissões gasosas durante toda história do planeta (TEIXEIRA ET AL., 2009). A repentina emissão de gases do planeta liberou grandes quantidades de água vinda do manto, dando origem aos oceanos e ao ciclo hidrológico (ALLÈGRE E SCHNEIDER, 2013). A temperatura da superfície do planeta é suficientemente baixa para permitir a existência de água líquida, que compõem hidrosfera, bem como vapor de água na atmosfera, responsável pelo efeito estufa regulador da temperatura, que permite a existência da biosfera (TEIXEIRA ET AL., 2009).



Figura 2.1: Planeta Terra (NASA, 2018).

Continentes e oceanos, envoltos por uma atmosfera rica em oxigênio, abrigam formas de vida familiares. Mas esta constância é uma ilusão produzida pela experiência humana de tempo. A terra e sua atmosfera são frequentemente alteradas. Placas tectônicas deslocam continentes, elevam montanhas e movimentam o fundo dos oceanos ao mesmo tempo que processos ainda pouco compreendidos alteram o clima. Esta mudança constante caracteriza a terra desde os seus primórdios. A partir de então, o calor e a gravidade têm ditado a evolução do planeta (ALLÈGRE E SCHNEIDER, 2013).

As montanhas são criadas e esculpidas, em última análise definindo o modelado da superfície terrestre. Segundo Pinter e Brandon (2013), esta dinâmica caracteriza-se não apenas pelo movimento das vastas placas tectônicas que constituem o exterior da terra, mas também pelo clima e pela erosão. As interações entre processos tectônicos, climáticos e erosivos exercem influência sobre a forma e altura das montanhas, além do tempo necessário para compor ou destruir uma cadeia de montanhas. Desta forma, a modelagem da paisagem terrestre parece depender das forças destrutivas e construtivas tanto da erosão quanto da tectônica, definindo as diferentes formas da paisagem terrestre.

A interação entre componentes ligados à atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera contribuíram para a formação da pedosfera, uma fina camada de corpos formados por material mineral e orgânico, intimamente unidos, que fornece sustentação, abrigo, energia na forma de calor, água, ar e nutrientes aos organismos que nele vivem, além de servir como filtro para material particulado ou em solução e de regulador do fluxo de água, nutrientes e calor no ambiente. Os ácidos e gases advindos da atmosfera, a energia do sol, da água, do gelo e dos ventos (caracterizadas pelo clima), a ação de organismos em processos químicos e físicos, controlados pela forma da superfície terrestre (relevo), desgastam as rochas, adicionam, removem, transportam e transcolam outros materiais ao material mineral inconsolidado produzido, ao longo do tempo, formando um corpo natural chamado solo, que compõem também uma importante esfera para a dinâmica do planeta Terra.

A variação natural (diversidade) da geologia (rochas minerais, fósseis, estruturas), geomorfologia (formas e processos) e solos é chamada de Geodiversidade. Essa variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos fazem com que essas rochas, minerais, fósseis e solos sejam o substrato para a vida na Terra. Isso inclui suas relações, propriedades, interpretações e sistemas que se inter-relacionam com a paisagem, as pessoas, as sociedades e suas culturas.



Visando um maior entendimento sobre o planeta Terra bem como do seu funcionamento, os cientistas dividiram o planeta em partes componentes fundamentais chamadas de esferas (atmosfera, biosfera, hidrosfera, pedosfera, litosfera, astenosfera, mesosfera e nucleosfera).

Para Lovelock (2006a, p. 21), esta é uma visão reducionista que consiste na “dissecação analítica de um objeto em suas partes componentes, seguida pela regeneração mediante a remontagem das partes”. Para o autor, apesar de ter levado a ciência a grandes avanços, a visão de desmontar uma coisa e reconstruí-la de baixo para cima é tão importante quanto uma visão holística de cima para baixo, que vê um objeto de fora e interroga-o em funcionamento, principalmente para a compreensão de seres vivos, sistemas de grande porte e computadores.

Os cientistas reconhecem que a Terra é um sistema auto-regulador composto de todas as suas formas vivas, incluindo os seres humanos e todas as partes materiais que a constituem, o ar, os oceanos e as rochas da superfície, mas a ciência foi prejudicada por sua divisão em muitas disciplinas diferentes, cada qual limitada a ver apenas uma faceta reduzida do planeta, sem uma visão coesa da terra e, somente em 2001, os cientistas reconheceram a terra como entidade auto-reguladora (LOVELOCK, 2006a).

Nos últimos anos, a abordagem que é feita em relação ao planeta mudou: já não se estuda separadamente os processos e partes do nosso planeta. Hoje, se vê e se estuda o planeta como um todo, global e integrado, em uma abordagem sistêmica: o Sistema Terra. Um sistema composto de vários subsistemas que interagem continuamente: atmosfera, hidrosfera, litosfera, manto, núcleo, biosfera e esfera social (MUGGLER *et al.*, 1997). Neste sentido, a evolução do pensamento e da pesquisa científica tem revelado, principalmente nas últimas décadas, que num ponto a concordância é maior: no universo tudo se encontra intimamente relacionado (RESENDE *et al.*, no prelo).

Todas as partes do nosso planeta e todas as suas interações constituem o Sistema Terra, que tem como componentes várias esferas (figura 2) construídas ao longo da evolução do planeta (PRESS *et al.*, 2006).

O planeta no qual vivemos mudou continuamente através de sua longa história. Para entender o que é a Terra e como ela funciona, é necessário combinar observações diretas dos processos atuantes em sua superfície com medidas indiretas de forças que atuam em seu interior. Deste conhecimento podemos deduzir como o planeta evoluiu – dos seus primórdios até o seu presente estado (MUGGLER *et al.*, 1997).

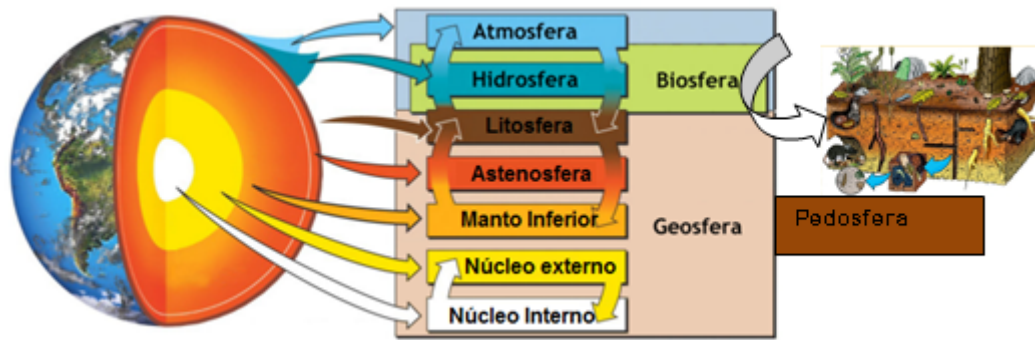


Figura 2.2: Principais componentes e subsistemas do sistema Terra.  
Fonte Adaptado de PRESS et al., 2006 e MARIANO, 2009.

### 3 Recursos Minerais e Energéticos da Terra

Os processos internos e externos da Terra proporcionaram um ambiente capaz de sustentar a vida: uma atmosfera respirável, oceanos, solos ricos e um clima moderado. A humanidade progrediu para uma vida de melhor qualidade individual, quando aprendeu a extrair e utilizar os minerais (PRESS *et al.*, 2006).

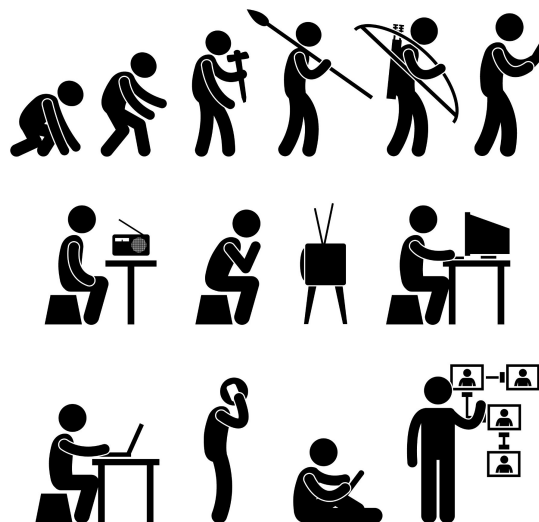


Figura 3.1: Evolução humana e tecnologia. Fonte: DIXON JR. (2017).

Os recursos materiais da Terra são todas e qualquer substância extraída do meio inorgânico na superfície (pedosfera) ou sub-superfície da Terra (litosfera). Podem ser Recursos Minerais (minerais e rochas), Recursos Hídricos e Recursos Energéticos (combustíveis fósseis: carvão, petróleo, gás; urânio e energia nuclear).

Os diferentes tipos de depósitos minerais existentes na crosta terrestre estão diretamente relacionados ao ambiente geotectônico de formação. Observa-se que um determinado tipo ou um conjunto de mineralizações, encontra-se condicionado não só a um único, mas a mais de um tipo de feição tectônica (DAMASCENO, 2017). Segundo Press *et al.* (2006), a teoria das placas tectônicas ajuda a entender a origem dos depósitos de minério e pode levar a descoberta de novos.

Os depósitos minerais terrestres podem estar associados aos diferentes tipos de rochas (ígneas, metamórficas e sedimentares) que compõem a litosfera, bem como a depósitos (sedimentares, lateríticos e supérgenos) e a solos (Figura 3.2).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 3.2: Depósitos minerais: (a) Garimpo de ouro explorado em perfil laterítico (Gentio do Ouro, BA); (b) Exploração em solo arenoso (Região Metropolitana de Salvador, BA). Fonte: (CARVALHO e RAMOS (2010) (c) Drusa de Quartzo - Garimpo Bojo do Ioiô - Brotas de Macaúbas (fonte: MUSEU GEOLÓGICO DA BAHIA, 2010); (d) “Granito Azul Bahia” (fonte: SOCIEDADE MARMÍFERA BRASILEIRA, 2017).

Fonte: SOCIEDADE MARMÍFERA BRASILEIRA, 2017.

Os elementos químicos da crosta terrestre estão amplamente distribuídos em muitos tipos de minerais, encontrados em uma grande variedade de rochas. Em muitos locais, qualquer elemento específico será encontrado homogeneizado com outros elementos, em quantidades próximas à sua concentração média na crosta. A existência de concentrações mais altas de um determinado elemento na crosta significa que ele passou por algum processo geológico capaz de segregá-lo em quantidades muito maiores do que o normal. As altas concentrações de elementos são encontradas



em um número limitado de ambientes geológicos específicos (PRESS, *et al.*, 2006), mas podem representar desde porções relativamente restritas até grandes massas de crostas terrestres onde a própria rocha ou um ou mais de seus constituintes despertam um interesse utilitário (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

O manto de intemperismo, constituído por uma assembleia de minerais secundários e minerais primários resistentes, pode gerar dois diferentes tipos de produtos: os solos e os depósitos minerais lateríticos e, ou supérgenos. Os solos representam uma importante fonte de material para obras de engenharia, principalmente nos climas tropicais e equatoriais, onde os perfis atingem grandes espessuras (TEIXEIRA *et al.*, 2009). Neste caso, os componentes minerais dos solos podem ser utilizados na sua totalidade ou em partes, para diferentes fins.

Os depósitos lateríticos, também chamados de residuais, podem ser formados por processos que levam à preservação do mineral primário e sua concentração por acumulação relativa por causa da perda de matéria do perfil durante a alteração ou por destruição do mineral primário e formação de minerais secundários mais ricos do que o mineral primário no elemento de interesse (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

Os processos supérgenos (confundidos normalmente com o intemperismo) são extremamente importantes em razão de propiciarem uma reconcentração das mineralizações a partir de um minério primário que, às vezes, encontra-se em concentrações (teores) antieconômicos. Desta forma, esses processos podem viabilizar a lavra de determinados tipos de bens minerais. As condições de clima tropical (quente e úmido) favorecem a atuação desse mecanismo reconcentrador. O minério supergênico ocorre em duas regiões distintas: a zona oxidada e a zona supergênica ou de cimentação, diretamente relacionada à circulação das águas subterrâneas. Já os depósitos sedimentares constituem um grande grupo que, normalmente, apresentam mineralizações composicional, pouco complexas e, mineralogicamente menos variadas. Quase sempre constituem depósitos bastante extensos, distribuídos por grandes áreas e com reservas minerais bastante significativas. Podem ser classificados em singenéticos e epigenéticos (DAMASCENO, 2017).

Os recursos energéticos (figura 5) usados atualmente podem ser classificados de várias formas, a mais usual baseia-se na possibilidade de renovação (renováveis e não renováveis) numa escala de tempo compatível com a expectativa de vida do ser humano. Entre os recursos renováveis estão a biomassa, a hidroeletricidade, a energia solar, a energia eólica, a energia produzidas pelas marés

e aquela aproveitada das ondas. Como não renováveis tem-se os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), a energia nuclear e a energia geotérmica (PRESS, et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2009).

O uso de recursos finitos da Terra, sem considerar a fragilidade desse sistema, pode levar a exaustão dos recursos e à acumulação de resíduos perigosos. Pode, também, desencadear mudanças climáticas com sérias consequências (PRESS *et al.*, 2006). Para muitos cientistas, a exemplo de Press *et al.* (2006), o desafio para a espécie humana é usar de forma sábia e equitativa os recursos, para garantir um futuro sustentável. Mas, segundo Lovelock (2006a), o caminho mais sensato seria repensar a crença no desenvolvimento sustentável e na energia renovável e pensar em economizar energia como único caminho à garantia da sobrevivência da espécie humana no planeta Terra.



Figura 3.3: Recursos Energéticos (PRIETO, 2011).

## 4 Alterações do Ambiente pela Atividade de Mineração

**A**s sociedades, ao transformarem os ecossistemas em recursos socioeconômicos, interferem em diferentes graus e intensidades nas interações entre os componentes do ambiente, dinamizando assim esses processos. Como resultado tem-se impactos na qualidade dos ecossistemas em relação às situações anteriormente naturais (Figura 4.1).

Apesar dos benefícios que proporciona, a mineração foi originalmente chamada de indústria suja. A cada ano, ela raspa mais materiais da superfície terrestre que a erosão natural dos rios. Anualmente, os rejeitos da mineração excedem a quantidade de resíduos urbanos. Houve algum progresso no desenvolvimento das operações de mineração limpas e sustentáveis, mas a mineração e o processamento continuam sendo os principais promotores da degradação ambiental e das condições precárias de saúde em muitos países (PRESS *et al.*, 2006; DONADELLI *et al.*, 2016).



(a)



(b)

Figura 4.1: Vegetação natural no Parque Nacional do Jamanxim - PA (a - NASCIMENTO, 2016) e ambiente de Mineração de ferro em Carajás – PA (b - RIBEIRO, 2003).

Os impactos ambientais da mineração (Figura 4.2) são diversos e apresentam-se em diversas escalas: desde problemas locais específicos até alterações biológicas, geomorfológicas, hídricas e atmosféricas de grandes proporções (DAMASCENO, 2017; BOMFIM, 2017). Portanto, conhecer esses problemas causados e a minimização de seus efeitos é de grande necessidade para garantir

a conservação dos ambientes naturais (DAMASCENO, 2017).



Figura 4.2: Impactos ambientais por atividade de mineração.

Fonte: Schimada (2012).

A perda da biodiversidade é uma das primeiras e maiores consequências das atividades de mineração, devido à degradação do ambiente e perda de organismos que têm suas comunidades destruídas para que a exploração seja iniciada (Figura 4.2). A remoção da vegetação impacta na redução de alimentos e de abrigo para a vida silvestre (BOMFIM, 2017). Estes impactos podem ter efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas, tais como a redução ou destruição de habitat, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação



da biota, entre outros (ALMEIDA JR., 2017). Desta forma, é importante que a vegetação da área seja cuidadosamente catalogada para que as espécies possam ser utilizadas na sua recuperação. A fauna também deve ser catalogada, fazendo o controle de refúgio das espécies após destruição do seu habitat (BOMFIM, 2017).

Em muitas situações, os horizontes e, ou camadas superficiais dos solos são removidas (Figura 4.3) e, em alguns casos, estocadas em pátios para serem novamente utilizados em projetos de recuperação da área degradada. Os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem levar a assoreamento dos corpos d'água da bacia hidrográfica.



Figura 4.3: Remoção de vegetação e do solo e depósito de rejeitos em área de mineração em ambiente de floresta amazônica – PA.

Fonte: Foto: Carlos Penteado/Comissão Pró-Índio de São Paulo – ECODEBATE, 2018).

Em relação ao meio antrópico, a mineração pode causar não apenas o desconforto ambiental, mas também impactos à saúde causados pela poluição sonora, do ar, da água e do solo. A desfiguração da paisagem é outro aspecto gerado pela mineração cujo impacto depende do volume de escavação e da visibilidade em razão de sua localização (ALMEIDA JR., 2017). Além disso, a mineração frequentemente promove o reassentamento de pessoas e comunidades, podendo gerar disputas e conflitos territoriais (ZHOURI *et al.*, 2016).

A qualidade das águas dos rios e reservatórios superficiais e, ou subterrâneos da mesma bacia, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carregadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração. O regime hidrológico dos cursos d'água e dos aquíferos pode ser alterado quando se faz uso desses recursos na lavra e no beneficiamento, além de causar o rebaixamento do lençol freático. O rebaixamento de calha de rios com a lavra de seus leitos pode provocar a instabilidade de suas margens, causando a supressão das matas ciliares, além de possibilitar o descalçamento de pontes com eventuais rupturas. Com frequência, a mineração provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível, que podem alterar o clima global. Outros impactos ao meio ambiente estão associados a ruídos, sobrepressão acústica e vibrações no solo associados à operação de equipamentos e explosões (ALMEIDA JR., 2017).

Além das já mencionadas, outras alterações das paisagens naturais, em consequência das atividades econômicas, podem ser citadas. A mineração tem sido uma das atividades mais impactantes, desde longo tempo, por meio da movimentação de material geológico e criação de formas de relevo (Figura 4.4), seja nos terrenos escavados, ou naqueles produzidos por deposição de material estéril, ou ainda naqueles afundados por movimentos de massa ou colapsos e subsidências. Assim, a mineração é capaz de alterar e até mesmo inverter processos e formas do relevo na escala do tempo histórico-humano (SILVA E VALADÃO, 2016).

Como visto anteriormente, para que um empreendimento mineral obtenha as licenças necessárias para o seu funcionamento é necessário que se apresentem estudos, projetos, planos e metas, com pleno conhecimento dos métodos e processos que serão utilizados na exploração; avaliações dos danos que a atividade pode causar ao ambiente, bem como das características originais que o ambiente apresentava antes da intervenção humana de exploração, dentre outros aspectos. De acordo com a ABNT (1999), na elaboração e apresentação do projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, deve constar informações sobre a conformação topográfica e paisagística; a estabilidade, controle de erosão e drenagem; a adequação paisagística; a revegetação da área impactada; o monitoramento, dentre outras.

É certo que todas estas ações para reabilitação, recuperação e, ou remediação de áreas degradadas não são capazes de recompor as áreas afetadas ao seu estado original.



Figura 4.4: Cava de Alegria Sul – Minas Gerais.  
Fonte: VIEIRA, 2017.

As alterações do relevo original pelas atividades de mineração a céu aberto influenciam a dinâmica da paisagem, em especial da rede de drenagem, alterando significativamente os fluxos de matéria e energia no sistema hidrográfico regional.

Muitas vezes, as tentativas de recomposição do solo perdido são fracassadas uma vez que o retorno às áreas do material que foi removido e estocado no início do empreendimento não garante as condições adequadas para o restabelecimento da vegetação. Quase sempre, o material de solo devolvido já perdeu as boas propriedades morfológicas, biológicas, físicas e químicas, devido aos processos de desagregação, lixiviação excessiva de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e alteração das comunidades de organismos que existiam anteriormente durante o processo de estocagem. Além disso, o material de solo é depositado acima de uma camada impermeável de rochas e, ou material sedimentar altamente compactado, que impede ou restringe a infiltração da água e pode levar a processos de encharcamento em períodos muito úmidos, perda excessiva de água por escoamento lateral ou evaporação direta, erosão, dentre outros que causam severos

estresses às plantas cultivadas para a revegetação do local.

A revegetação das áreas nem sempre atende a critérios ecológicos que garantam a reintrodução de espécies nativas que se adaptem as novas condições do ambiente impactado. Neste caso, é comum o uso de espécies exóticas que visam apenas a cobertura do solo recém construído e ameaça o equilíbrio dos organismos locais.

A atividade minerária causa impactos ambientais significativos (positivos e negativos), atingindo áreas em escalas regionais e afetando municípios não minerados, localizados em seu entorno. Os empreendimentos que surgiram antes de vigorar a legislação ambiental vigente buscam minimizar os danos, comumente por meio do emprego de novas tecnologias. Porém, empreendimentos com longo histórico de exploração, caracterizam-se pela ocorrência de expressivos danos ambientais no meio físico, biótico e antrópico. Todavia, esses empreendimentos vêm, recentemente, colocando em prática medidas mitigadoras em razão de adequações exigidas pela legislação ambiental vigente (SILVA E VALADÃO, 2016).

Todas estas ações visam minimizar os danos causados, recuperar e reabilitar o ambiente impactado, buscando um novo equilíbrio entre os seus componentes, na tentativa de que, um dia, os mesmos voltem a se desenvolver de forma equilibrada e interativa, dentro das novas condições artificialmente criadas. Nesse sentido, a percepção sobre o ambiente, antes e após os processos empregados para a exploração, é um dos primeiros passos para o alcance destes objetivos.



## 5 Percepção e Análise Ambiental



meio ambiente, ou simplesmente ambiente, é o conjunto de todo o patrimônio natural ou físico, artificial e cultural que possibilita o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas (BOFF, 1998). Nesse contexto, o planeta Terra é o ambiente de todos os organismos que nele habitam, um sistema complexo e dinâmico, composto por vários sub-sistemas que interagem entre si.

De acordo com Resende *et al.* (1993b), o homem, no seu processo evolutivo, tem testemunhado muitos problemas ambientais e, diante deles, tem assumido duas atitudes: ou os enfrenta tentando reduzi-los ou, de uma forma não menos engenhosa, busca conviver com eles. Visando compreender o seu papel no ambiente e encontrar meios de se desenvolver de forma equilibrada com o todo, o Homem tem utilizado diferentes métodos sendo o primeiro deles, muitas vezes de forma inconsciente, o ato de perceber o mundo ao seu redor.

Perceber significa tomar consciência de, por meio dos sentidos; captar com a inteligência, compreender (HOUAISS e VILLAR, 2009); para Marin (2008), segundo dicionários da língua portuguesa, significa ato ou efeito de perceber; combinação dos sentidos no reconhecimento de um objeto; recepção de um estímulo; faculdade de conhecer independentemente dos sentidos; sensação; intuição; ideia; imagem; representação intelectual. A mesma autora, citando Hochberg (1973), destaca que a percepção é um dos mais antigos temas de especulação e pesquisa no estudo do homem. Estuda-se a percepção numa tentativa de explicar as observações do homem do mundo que o rodeia.

A questão ambiental e sua suposta percepção constitui um meio para uma reflexão em torno das práticas de responsabilidade e educação ambiental, de modo que seja capaz de minimizar constantes e crescentes agravos ambientais existentes em contexto geográficos específicos (CARVALHO *et al.*, 2012).

Nesse contexto, a percepção ambiental pode ser entendida como uma tomada de consciência do

ambiente pela sociedade, ou seja, o ato de perceber o ambiente que se está inserido, aprendendo a proteger e a cuidar dele (FAGGIONATO, 2011 citada por CARVALHO *et al.*, 2012).

A percepção inadequada da realidade promove a utilização dos recursos ambientais de maneira insustentável, comprometendo a estabilidade ambiental e social. Para realização dos processos de educação, planejamento e gerenciamento voltados às questões ambientais é indispensável conhecer a percepção ambiental do grupo envolvido (SILVA e LEITE, 2008), principalmente em relação aos profissionais que vão atuar para eleger e aplicar técnicas para minimizar, remediar e, ou recuperar possíveis impactos causados ao meio pela intervenção humana.

Existem diferentes formas para se perceber o ambiente, principalmente por meio da análise integrada dos diferentes componentes do sistema biótico e abiótico e suas interações. Nesse sentido, a análise do ambiente é utilizada por diferentes áreas do conhecimento com o objetivo comum de fornecer elementos e uma visão global sobre as complexas interações que ocorre entre os componentes ambientais, na busca pelo desenvolvimento em bases sustentáveis.

De acordo com Marin (2008), as pesquisas sobre percepção se desenvolveram originalmente da psicologia e, mais recentemente nas diferentes áreas do conhecimento, tais como a psicologia ambiental a arquitetura e urbanismo, a geografia e a filosofia.

Nas áreas de Economia e Marketing, a análise do ambiente ou *environmental scanning* é utilizada segundo Choo (2001) como aquisição e uso de informações sobre eventos, tendências e relacionamentos no ambiente externo de uma organização, cujo conhecimento ajudaria no planejamento da ação futura da organização.

Para Vasconcellos Filho (1979), empresários e administradores reconhecem que a adoção de método de planejamento estratégico nas empresas é a melhor alternativa para uma organização que procura garantir sua sobrevivência e desenvolvimento, por meio de maior interação com o ambiente no qual opera. Neste caso, a realização de uma análise ambiental é o único caminho para que tal conhecimento seja alcançado.

Segundo Santos (2008a), a análise dos sistemas prestou grandes serviços às disciplinas exatas para o progresso das quais ele contribuiu. Também nas áreas das Ciências Humanas, inclusive a Geografia, este método é utilizado. Para o autor, o espaço, objeto essencial dos estudos geográficos, sendo considerado como um sistema, independentemente da sua dimensão, seria susceptível de

uma análise correspondente. De acordo com Abler *et al.*, (1971, p. 54) citado por Santos (2008a), Fred Luckermann defende que “o geógrafo deve conceber os pontos da terra como partes de um sistema relacionado uns com os outros, segundo diferentes níveis de interação”. Nesse sentido, o espaço pode ser considerado em termo de ecossistema. O espaço deve ser considerado como uma totalidade, a exemplo da própria sociedade que lhe da vida (SANTOS, 2008b).

Os estudos que buscam fornecer o conhecimento das percepções estão se tornando mais comuns, avaliando como diferentes grupos de pessoas percebem os lugares e as paisagens onde nascem, crescem, trabalham, vivem e morrem (DIAS, 2007).

O estudo e planejamento de uso da terra é sempre realizado em uma unidade física de planejamento que pode ser conceituada como o espaço geográfico, diferenciado por determinados critérios e considerado para a realização dos diversos trabalhos. Essa unidade física de planejamento pode ser, por exemplo, um ecossistema, um município, uma bacia hidrográfica ou uma propriedade rural. Estudos de unidades físicas naturais, como as bacias hidrográficas, possibilitam avaliações de possíveis usos pertinentes aos diferentes potenciais ecológicos das várias regiões naturais, sobre os quais a ação antrópica exerce pressão. Normalmente, associado a isso, busca-se ainda o entendimento da autorregulação e evolução desses sistemas, principalmente a partir da intervenção antrópica (NACIF *et al.*, 2003).

A análise da dinâmica da paisagem, principalmente se realizada dentro de uma bacia hidrográfica, revela o papel dos seus componentes bióticos e abióticos como elementos unificadores dos ecossistemas e das atividades antrópicas. Pode-se então perceber neste espaço delimitado do ambiente os interessantes elos conectores entre os processos naturais e os processos sociais. Por isso é altamente relevante o entendimento do conceito de bacias hidrográficas (Figura 5.1).

O planejamento e/ou exercício da conservação têm frequentemente enfoques reducionistas e aplica-se apenas a segmentos da paisagem geral, o que leva ao desequilíbrio do ambiente natural. Portanto, a bacia de drenagem, particularmente a pequena bacia, parece localizar, de forma natural, o problema da conservação dos recursos naturais, em razão da interdependência dos atributos bióticos e abióticos no seu interior. Parece lógico, neste caso, que a pequena bacia de drenagem seja considerada como unidade fundamental de trabalho na conservação do meio ambiente (RESENDE *et al.*, 2014).

De acordo com Santos (2017), a maioria das paisagens naturais são compostas de bacias de



Figura 5.1: Visão geral de uma bacia hidrográfica.  
Fonte: RESENDE *et al.*, 1993a.

drenagem que, por sua vez, consistem em declives de colinas e canais de riachos em um arranjo ordenado para transportar efetivamente água e sedimentos. Estes ambientes são perturbados durante a mineração e, neste caso, o caráter do equilíbrio pós-regeneração difere da condição de equilíbrio original porque as propriedades geológicas e do solo não podem ser replicadas. Neste caso, o plano de recuperação de ambientes impactados pela mineração deve abordar a reconstrução topográfica, o projeto topográfico, a substituição e reconstrução do solo, a revegetação, o monitoramento e manutenção do local.

A investigação do ambiente depende da compreensão do indivíduo em relação ao meio que o cerca e de métodos e técnicas que auxiliem a enxergar o que os componentes bióticos e abióticos e as feições ambientais expressam, refletindo os processos e dinâmicas advindos da interação entre eles. Segundo Allègre e Schneider (2013), a evolução do planeta e de sua atmosfera deu origem a vida, que determinou todo o desenvolvimento posterior. Nosso futuro depende da interpretação desse passado geológico, considerando as mudanças, boas e más, que nos aguardam.

## 6 Ferramentas para a Leitura de Ambientes

A análise da superfície terrestre, em determinada escala, revela diversos conjuntos relativamente homogêneos, oriundos das variações climáticas, litoestruturais, topográficas, hidrológicas, pedológicas e florísticas. Esses conjuntos formam paisagens naturais com diferentes potenciais ecológicos. Nos ecossistemas tropicais, a variação de ambientes é muito grande. Normalmente, dentro de um domínio ecológico é comum o aparecimento de compensações ou fatores limitantes. Tais aspectos tornam mais relevantes os estudos sobre delimitações de ambientes homogêneos em escalas maiores. Os conhecimentos detalhados sobre os potenciais ecológicos dos ambientes possibilitam a geração de estratégias para uso sustentável dos recursos naturais. Desse modo, tem-se como exemplo, o reconhecimento e proteção dos ecossistemas mais frágeis, identificação de áreas com maior potencialidade para usos diversos, bem como um eficiente monitoramento regionalizado das formas de ocupações antrópicas das terras (NACIF *et al.*, 2003).

De acordo com Resende e Couto (2015), a paisagem quase sempre desperta o desejo de entender o que ela mostra, de interpretar o que se vê. Numa leitura superficial, algumas características do ambiente analisado podem levar a perceber algo dos padrões de uso da terra.

Em ambientes afetados por atividades da mineração a avaliação da paisagem, ou seja, a leitura do ambiente, tanto natural quanto impactado, é primordial para a identificação de metas a serem atingidas no processo de recuperação e regeneração ambiental, bem como dos processos de degradação instaladas e dos impactos ambientais decorrentes.

Para o monitoramento ambiental em áreas em processo de recuperação, a observação produz dados de qualidade, os quais geram informações valiosas. As informações derivadas do conhecimento levam ao aprimoramento do conhecimento do problema/situação, o que melhora a precisão do processo de tomada de decisão (Santos 2017).

O primeiro passo dentro desse processo é o da sensibilidade ou da percepção que é o procurar enxergar os fenômenos naturais ou artificiais, tais como a cor da água do lago, do céu, o sentido

do vento, a cor dos solos, dos animais, do tamanho da propriedade, isto é, tudo aquilo que está ao nosso redor. Após este primeiro passo, o segundo é o da interpretação. No caso, agora é preciso após o processo de perceber as diferentes nuances da natureza, interpretar o que ela nos ensina. O terceiro passo seria a aplicabilidade do conhecimento (LANI *et al.*, 2013)

Existem diversos instrumentos para se estudar a percepção ambiental a exemplo de: questionários, mapas mentais ou contorno, representação fotográfica, análises de desenhos e frases; palavra-chave; construção de matrizes, questionário em forma de trilha, dinâmicas e observações em campo e fichas para reflexão (SILVA e LEITE, 2008; CARVALHO *et al.*, 2012; RESENDE e COUTO, 2015). A seguir, serão apresentadas algumas ferramentas que podem auxiliar no processo de obtenção do conhecimento sobre o ambiente natural e impactado e, conseqüentemente, na identificação de medidas que possam auxiliar na manutenção e preservação dos ambientes naturais bem como na recuperação e manutenção de condições mínimas de qualidade dos ambientes impactados.

## 6.1 Levantamentos de dados e de informações sobre o ambiente

Como atividade inicial para obtenção de informações sobre o ambiente a ser estudado ou avaliado, é imprescindível o levantamento e interpretação de dados sobre o meio físico e biótico, de imagens, de fotografias e, ou de mapas que caracterizem a paisagem local. Aspectos relacionados ao clima, relevo, geologia, fauna, flora, hidrologia, solos, dentre outros, são fundamentais para o entendimento global sobre as características locais.

De acordo com Santos (2017), a identificação e caracterização da área degradada pela atividade de mineração envolve a mensuração por meio de diversos parâmetros, tais como: mapeamento, visando delinear a extensão das áreas sob degradação ambiental direta e indireta; investigações geológicas e geotécnicas realizadas em campo e laboratório, buscando obter informações sobre os parâmetros essenciais para a restauração sustentável para os estratos susceptíveis que influenciam na restauração; investigação meteorológica e climatológica para avaliar a influência na poluição atmosférica e da água a partir de dados normalizados sobre o clima; condições hidrológicas incluindo a quantidade, qualidade, movimento e armazenamento de água acima e abaixo da superfície; condições topográficas em torno dos locais perturbados que também influencia os planos e práticas de recuperação; condições do solo incluindo a capacidade de retenção de água, controlada pelos

fatores combinados de textura, agregação, densidade aparente e sobre toda a profundidade; condição da vegetação, incluindo a qualidade, quantidade e diversidade de vegetação local.

A análise de campo é uma importante etapa em levantamentos do meio físico e biótico e tem como objetivo detectar as variações da paisagem, compreendendo particularidades fisiográficas, tais como geologia, geomorfologia, vegetação, drenagem superficial e uso atual do solo.

Por meio da análise de topossequências em campo, é possível estabelecer correlações de solos e suas variações com as superfícies geomórficas em que ocorrem. Neste caso, é possível estabelecer correlações entre classes de solos, textura, drenagem, profundidade, declive, comprimento e forma de pendentes, posição e exposição dos solos em relação às encostas, sendo este método o mais apropriado para a execução de levantamentos pedológicos detalhados. Ainda segundo os autores, pelo método do caminhar livre, profissionais experientes usam o próprio julgamento, a fotointerpretação e a correlação para localizar os pontos de observação e amostragem, em locais representativos, de modo a fornecer o máximo de informações para o mapeamento e caracterização dos solos. Obviamente, este método pode ser adaptado à caracterização do ambiente em geral, visando a caracterização de diferentes componentes (SANTOS *et al.*, 1995).

Na investigação de campo, o uso de indicadores ambientais pode ser utilizado para auxiliar na estratificação e reconhecimento de ecossistemas. Neste caso, segundo Resende *et al.* (2014), os critérios para estratificar os ecossistemas devem levar em consideração os seus componentes. Vegetação, ou plantas indicadoras, e solos, incluindo a sua forma externa ou relevo, são os principais, em nível de detalhe.

Em caso de ausência de levantamentos de solos mais detalhados, a estratificação do solo localmente a partir de indicadores ambientais, tem grande importância prática no sentido de facilitar a campo o reconhecimento das classes de solo ou de atributos importantes para o seu uso e manejo (LANI *et al.*, 2013).

Os indicadores físicos, químicos e biológicos são muito importantes no monitoramento e avaliação do meio ambiente, devendo ser sensíveis o suficiente para detectar pequenas variações no sistema. Tais indicadores devem integrar propriedades e processos físicos, químicos e biológicos e representar propriedades ou funções do ambiente que são mais difíceis de serem mensuradas.

As informações geradas pelo monitoramento ambiental podem ser usadas para definir a estratégia



de manejo e preservação em longo prazo dos recursos naturais; proteger e preservar a vida humana, animal e vegetal; proteger os mananciais; a qualidade do ar urbana; acompanhar as espécies ameaçadas e a biodiversidade (SANTOS, 2017).

## 6.2 Fichas para reflexão

Este item foi elaborado a partir de documentos produzidos pelo professor Mauro Resende, idealizador das fichas para reflexão, juntamente com os seus colaboradores. Para maior conhecimento e, ou para sanar possíveis dúvidas sobre a interpretação ou elaboração das fichas para reflexão, sugere-se consulta aos seguintes materiais: Resende *et al.* (2003) e Resende e Couto (2015).

As fichas para reflexão são materiais didáticos em constante desenvolvimento e podem ser utilizados, segundo Resende e Couto (2015), na releitura de paisagens, fotos, gráficos, dados e até frases; como um estímulo na identificação de informações (proposições) pelo uso de perguntas gradativas. As perguntas sequenciais procuram guardar vinculação de contradição ou confirmação entre elas (lembrando, de certa forma, o Ensino Programado). Ainda segundo os autores, as Fichas para Reflexão visam, ao mesmo tempo, identificar informações sobre as partes, e, simultaneamente, estimular a associação de ideias de forma lógica, consistente. O método é essencialmente, um dirigir de observações sequenciais, num encadeamento tal a criar um modelo conclusivo. A particularidade é que essas observações são induzidas através de perguntas sequenciais, levando ao uso da argumentação para chegar a conclusões consistentes (lógicas).

Como exemplo, apresenta-se abaixo modelo (Figura 6.1) proposto em trabalho ainda não publicado por Resende *et al.* (no prelo) e um modelo construído (Quadro 6.1), adaptado para questões ambientais ligadas a área de mineração.



Fichas para reflexão - interpretando o que vê, recordando o que sabe

F-30

Poluição industrial



Os cursos d'água são poluídos pelas indústrias, pela agricultura e pelas cidades. Mesmo quando os resíduos são colocados longe dos cursos d'água eles tendem a ser carregados para ela.

S. B. Rezende

1. Dos recursos básicos radiação, água e nutrientes qual é, em geral, o mais afetado pela poluição?

2. Apesar de a água ser imediatamente mais afetada, qual tem sido a preocupação principal, em nível internacional, relacionada com a taxa de gás carbônico na atmosfera?

3. O efeito estufa está atuando sobre qual recurso, mais diretamente?

4. Você vê alguma relação entre  $\text{CO}_2$  na atmosfera e poluição da água?

5. Quando você vê uma concha na praia você está vendo um material com composição aproximada de  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de cálcio). O próprio nome - carbonato - lembra o quê?

6. Além da carapaça dos moluscos e da contribuição de outros organismos, de que outra forma o gás carbônico pode ficar preso no fundo dos oceanos?

7. Na deposição dos calcários marinhos pode haver a participação de organismos?

8. O que acontece na fotossíntese realizada pelas algas?

9. Se a água se tornar muito poluída o que poderá eventualmente acontecer nesses processos?

10. O que se deve fazer para eliminar, ou pelo menos reduzir esse problema, no caso das indústrias que poluem as águas?


A poluição afeta tanto a radiação solar quanto a água e até, algumas vezes, a disponibilidade de nutrientes (as chuvas ácidas podem causar deficiência de alguns nutrientes e toxidez de outros). O aumento do teor de gás carbônico na atmosfera (efeito estufa) preocupa pelo efeito que isso tem na radiação solar, e conseqüentemente na temperatura. O oceano, por exemplo, através das conchas e da fotossíntese das algas retira da atmosfera grande quantidade de carbono. Toda a biomassa oceânica é gás carbônico fixado. Essa fixação é biológica, assim a poluição dos oceanos pode, em princípio, afetar esse importante papel dos oceanos. Para que o sistema funcione o melhor possível, é necessário que os agentes poluidores sejam mantidos sob controle.

30

Figura 6.1: Ficha para reflexão: Poluição Industrial.

Fonte: Resende et al. (no prelo).

Quadro 6.1: Ficha para reflexão: Exploração de cascalho.

<b>Exploração de Cascalho</b>	
	
1 - Quais dos componentes ambientais foram afetados drasticamente com o processo de extração de cascalho observado na imagem?	4 - É preciso conhecer o ambiente original, bem como as características naturais de todos os componentes afetados, para nortear as decisões quando do plano das ações para a recuperação ambiental?
2 - Será que componentes como a vegetação, o relevo local e o solo, seriamente impactados pela atividade de mineração, poderão ser devidamente recuperados, após a atividade de mineração ser encerrada?	5 - Mesmo com uma precisa leitura e compreensão do ambiente original, será possível recompô-lo nas mesmas condições originais?
3 - Nas condições apresentadas, os materiais de solo e de rocha desagregados poderão ser carreados para cursos de rios, próximos ao empreendimento, causando o seu assoreamento?	6 - Sendo impossível retornar às características originais do ambiente com as ações de recuperação é possível compreender as características dos componentes do ambiente local, bem como os processos de interação entre eles, visando recompor um novo ambiente, de forma que os seus componentes consigam se desenvolver em um novo equilíbrio e de forma integrada?
<p>A recomposição do ambiente impactado pela atividade de mineração é uma tarefa difícil devido às drásticas modificações de componentes da paisagem como relevo, solo e vegetação, que muda toda a dinâmica do fluxo de energia, água e sedimentos numa bacia hidrográfica. Neste caso, é preciso reavaliar as novas condições do ambiente impactado, intervir com técnicas de estabilização do terreno, redefinição de cursos de drenagem, recuperação ou recomposição do solo perdido e revegetação das áreas impactadas, levando a um novo equilíbrio do sistema hidrográfico impactado.</p>	

### 6.3 Análise ambiental com geoprocessamento

Como vimos ao longo do texto, a Leitura de Ambientes é um exercício que reúne uma grande diversidade de dados e informações geográficas com o objetivo de orientar a tomada de decisão sobre o uso, manejo, conservação e recuperação dos recursos naturais, implicando uma avaliação dos aspectos físicos, biológicos, sociais e culturais. Neste sentido, as técnicas de geoprocessamento são bastante úteis, uma vez que oferecem diversas ferramentas para o levantamento, organização, integração e análise dos dados espaciais (ARAUJO, 2017).

O geoprocessamento abrange um conjunto de tecnologias como os Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS), que permitem o cálculo da localização geográfica, por meio dos conhecidos equipamentos de navegação por satélite, amplamente denominados de “aparelhos de GPS”, atualmente muito acessíveis, estando, inclusive disponíveis nos aparelhos de celular.

Do mesmo modo, as tecnologias de Sensoriamento Remoto, especialmente por meio de imagens de satélite alcançaram grande popularidade e acessibilidade, desde a implantação de plataformas globais, a exemplo do Google Earth®. Finalmente, os Sistemas de Informações Geográficas possibilitam o armazenamento, a integração e análise dos dados, sejam os dados primários coletados em campo, sejam os dados secundários obtidos por meio de pesquisa bibliográfica ou por meio das plataformas de SIGWEB que disponibilizam uma grande variedade de dados (ARAUJO, 2017).

A identificação e caracterização das áreas degradadas pela atividade de mineração envolve o levantamento e mensuração de diversos parâmetros por meio de tecnologias diversas. Neste contexto, o mapeamento permite delinear a extensão das áreas sob degradação ambiental direta e indireta.

A leitura e/ou produção de mapas são etapas de grande auxílio na Leitura de Ambientes, tanto em uma etapa preparatório para as atividades de campo, quanto nas etapas subsequentes de análise e produção dos relatórios finais e, assim, as técnicas de geoprocessamento são de grande utilidade os trabalhos a serem realizados em diversas áreas do conhecimento.



## Referências

- ABNT (1999). Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. NBR 13030, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 5p.
- ALLÈGRE, C.J.; SCHNEIDER, S.H. A intricada Evolução da Terra. In: Scientific American. Terra Mutante: origem e evolução do nosso planeta. São Paulo. Dueto Editorial, 2013. p. 8-23.
- ALMEIDA Jr. M.V.C. Mineração e Dinâmica da Paisagem. Cruz das Almas. UFRB, 2017. 42p.
- ARAÚJO, M.H.S. de. Fundamentos de geoprocessamento aplicados à mineração. Cruz das Almas: UFRB, 2017. 58p.
- BARROS, J.N. Legislação ambiental aplicada à mineração. Cruz das Almas. UFRB, 2017. 86p.
- BOFF, Leonardo. Nova era: a civilização planetária. 3a ed. São Paulo: Ática, 1998, p. 73.
- BOMFIM, M. R. Avaliação de impactos ambientais da atividade Mineraria. Cruz das Almas. UFRB, 2017. 46p.
- CARVALHO, L.M. de; RAMOS, M.A.B. Geodiversidade: adequabilidades / potencialidades e limitações frente ao uso e à ocupação. In: CARVALHO, L.M. de; RAMOS, M.A.B. Geodiversidade do estado da Bahia. Salvador. CPRM, 2010. p. 75 -126.
- CARVALHO, E.M. DE; PINTO, S. DOS A.F.; FACINCANI, E.M. Aplicações do geoprocessamento para atualização de dados geológicos. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.6, n.17, 2014. p. 74-90.
- CARVALHO, E.K.M. de A.; SILVA, M.M.P. da; CARVALHO, J.R.M. de. percepção ambiental dos diferentes atores sociais de Vieirópolis, PB. João Pessoa. Qualitas. V.13, n. 1. 2012. P. 1-11.
- CHOO, C.W. Environmental scanning as information seeking and organizational learning. Toronto. Information Research, V.7, n.1. 2001.
- DAMASCENO, G.C. Geologia, mineração e meio ambiente. Cruz das Almas. UFRB, 2017. 64p.

- DIAS, F.F. Percepção da população em relação as empresas de lavra e beneficiamento de Bauxita no município de Poços de Caldas, MG. Campinas, UNICAMP, 2007. (Tese de Doutorado).
- DIXON JR., R.D. Homo Sapiens Versus The Internet. 2017. Disponível em: <https://hackernoon.com/homo-sapiens-versus-the-internet-57fa096c09ab>. Acesso em março de 2018.
- DONADELLI, F. et al. Responsabilidade social na mineração e o ciclo político local: o caso da Alcoa, em Juruti (Pará). RURIS - Revista do Centro de Estudos Rurais - UNICAMP, v. 10, n. 1, 30. 2016.
- ECODEBATE. No Pará, a guerra secreta pela bauxita. 2018. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2016/08/25/no-para-a-guerra-secreta-pela-bauxita>. Acesso em março de 2018.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S. Dicionário Houaiss da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. 1986p.
- LANI, J. L. ; CUNHA, A.M. ; MARCATTI, B. A. ; BURAK, D. L. ; ARAUJO, E. A. Percepção ambiental: base para o uso dos recursos naturais em moldes sócio-ambientalmente sustentáveis. In: TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. do; OLIVEIRA, F.L. de; COELHO, R.I. (Org.). Tópicos especiais em produção vegetal IV. 1ed. Alegre, ES: CAUFES, 2013, v. 1, p. 643-666.
- LOVELOCK, J. A vingança de Gaia. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006a. 160p.
- LOVELOCK, J. Gaia: cura para um planeta doente. São Paulo: Cultrix, 2006b. 192p.
- MARIANO, C. Ecologia del Suelo. Disponível em: <https://es.slideshare.net/Carlosmariano/ecolcoga-de-suelos>. 2009. Acesso em março de 2018.
- MARIN, A.A. Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. São Paulo. Pesquisa em Educação Ambiental, vol. 3, n. 1, 2008. p. 203-222.
- MUGGLER, C.C.; RESENDE, M.; CARDOSO, I.M.; PINTO, O.C.B.; LOPES, L.M. Geologia e Mineralogia. SOL 114. Apostila. Imprensa Universitária -UFV. 1997.83p.
- MUSEU GEOLÓGICO DA BAHIA. Museu virtual. Disponível em: <http://museugeologicodabahia.blogspot.com.br/>.2010. Acesso em março de 2018.
- NACIF, P.G.S.; COSTA, L.M. da; SAADI, A.; FERNANDES FILHO, E.I.; KER, J.C.; COSTA, O.V.; MOREAU, M.S. Ambientes naturais da bacia hidrográfica do rio Cachoeira. In: PRADO, P.I.; LND AU, E.C.; MOURA, R.T.; PINTO, L.P.S.; FONSECA, G.A.B.; ALGER, K. (Orgs.) 2003. Corredor de Biodi-



versidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP.

NASA. Earth Observatory. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=885>. Acesso em março de 2018.

NASCIMENTO, M. Amazônia ganha 230 mil hectares de áreas protegidas. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2016/12/amazonia-ganha-230-mil-hectares-de-areas- protegidas/21-12-amazonia-ganha.jpg/view>. Acesso em março de 2018.

PINTER, N.; BRANDON, N.T. Como a erosão constrói montanhas. In: Scientific American. Terra Mutante: origem e evolução do nosso planeta. São Paulo. Dueto Editorial, 2013. p. 64-75.

PRESS, F.; SILVER, R.; GROTZINGER, J. JORDAN, T.H. Para entender a Terra. Porto Alegre, Bookman, 2006. 656p.

PRIETO, V.M. Los recursos energéticos en la actualidad. Disponível em: <http://cmcmotivaos.blogspot.com.br/2011/11/los-recursos-energeticos-en-la.html>. Acesso em: março de 2018.

RAMOS, M.A.V. Controle e monitoramento ambiental na mineração. Cruz das Almas. UFRB, 2017. 45p.

RESENDE, M; REZENDE, S.B.; RESENDE, M.M.; COELHO, M.M.; CUNHA, A. de M.; LANI, J.L. Fichas para reflexão: interpretando o que vê, recordando o que sabe. Viçosa: NEPUT / UFV, no prelo.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F.; KER, J.C. Pedologia: base para distinção de ambientes. Lavras: Editora UFLA, 2014, 378p.

RESENDE, M.; LANI, J. L. ; FRANCELINO, M. ; REZENDE, S.B. de. Questões ambientais – Brasil (CD ROOM). 1. ed. Viçosa – MG: NEPUT / UFV, 2003. v. 1.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; CERQUEIRA, A. F.; RESENDE, M.M. Bacia do rio Itapemirim: aspectos ecológicos. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Brasília, EMCAPA. 1993a. 46p.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; FEITOZA, L.R. Assentamento de pequenos agricultores no Estado do Espírito Santo: ambiente, homem e instituições. Vitória, EMCAPA/UFV. 1993b. 152p.

RESENDE, M; COUTO, E.G. Fichas para reflexão. Cuiabá, 2015.



- RIBEIRO, A. Serra dos Carajás. 2003. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/serra-dos-carajas/>. Acesso em: março de 2018.
- SANTOS, J.A.G. Recuperação e reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Cruz das Almas. UFRB, 2017. 44p.
- SANTOS, M. Por uma geografia nova. São Paulo, Edusp. 2008a. 285p.
- SANTOS, M. Espaço e método. São Paulo, Edusp. 2008b. 118p.
- SANTOS, H.G. dos; HOCHMÜLLER, D.P.; CAVALCANTI, A.C.; RÊGO, R.S.; KER, J.C.; ACHÁ PANOSO, L.; AMARAL, J.A.M. do. Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Brasília, EMBRAPA/SPI, 1995. 115p.
- SCHIMADA, H. Recursos Minerais: natureza, extração, importância, usos e implicações ambientais. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/igeologicosp/recursos-minerais-natureza-extrao-i-shimada-2012>. Acesso em março de 2018.
- SILVA, C. F. A; VALADÃO, R.C. Relevo antropogênico: mineração de ferro e a interferência humana. 1o Ed. Curitiba: Appris. 2016.
- SILVA, M. M. P. da; LEITE, V. D. *Estratégias para Realização de Educação Ambiental em Escolas do Ensino Fundamental*. Rev. eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v. 20, 2008.
- SOCIEDADE MARMÍFERA BRASILEIRA. Granito Azul Bahia”. 2017. Câmara Ítalo-Brasileira de comércio e indústria do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://camaraitaliana.com.br/associados/sociedade-marmifera-brasileira/>. Acesso em março de 2018.
- TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. Decifrando a Terra. São Paulo. Oficina de Textos. 2009.2ed. 2003. 623p.
- VASCONCELLOS FILHO, P. de. Análise ambiental para o planejamento estratégico. Rio de Janeiro. Rev. Adm. Emp. 19(2): 115-127. 1979.
- VIEIRA, A.C. Samarco protocola Licença de Operação. Revista Mineração e Sustentabilidade. 2017. Disponível em: . Acesso em: março de 2018.
- ZHOURI, A. et al. **O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social**. Ciência e Cultura, v. 68, n. 3, p. 36–40, 2016.

MINISTÉRIO DA  
**EDUCAÇÃO**



*Superintendência de  
Educação Aberta e a Distância*

ISBN 978-855971053-3

