

LELISE FRANCISCA DA SILVA FIDELIS

**ENSINO DE QUÍMICA COM ABORDAGEM CTS – ELABORAÇÃO E
VIVÊNCIA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A TEMÁTICA
MINERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Regina Simplício Carvalho

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2020**

T

F451e
2020 Fidelis, Lelise Francisca da Silva, 1985-
Ensino de química com abordagem CTS - elaboração e vivência
de uma sequência didática com a temática mineração / Lelise Francisca
da Silva Fidelis. - Viçosa, MG, 2020.
133 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Regina Simplicio Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 62-66.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Química
(Ensino médio) - Estudo e ensino - Aspectos sociais. 3. Mineração. 4.
Tecnologia - Aspectos sociais. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química.
II. Título.

CDD 22. ed. 540.7

LELISE FRANCISCA DA SILVA FIDELIS

**ENSINO DE QUÍMICA COM ABORDAGEM CTS – ELABORAÇÃO E
VIVÊNCIA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A TEMÁTICA
MINERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção de título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de novembro de 2020.

Assentimento:


Lelise Francisca da Silva Fidelis
Autora


Regina Simplicio Carvalho
Orientadora

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, amores da minha vida a quem dedico todas as minhas conquistas.

Aos meus filhos Samuel e Miguel, seres iluminados, que completam os meus dias com amor, motivação e esperança.

A minha irmã Lidiane, saudade diária, amante da Química, que mesmo não estando presente fisicamente, está presente espiritualmente ao meu lado, me guiando nessa caminhada.

Ao meu marido Gustavo, companheiro de todos os momentos, pela compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e sabedoria para seguir essa caminhada sempre renovando minhas forças e minha fé, fazendo acreditar que sonhos são possíveis de serem realizados.

Aos meus pais Paulo e Maria Joana pelo incentivo, pelos conselhos, pelas orações, por sempre estarem na torcida por mim. Obrigado por cuidar dos meus filhos na minha ausência. Mãe, você é meu exemplo de vida.

Ao meu marido Gustavo, por ter percorrido essa jornada sempre ao meu lado. Você não mediu esforços para que esse sonho se tornasse real. Obrigado por tudo, pela parceria, pelo carinho, pelos incentivos, pelas palavras de apoio, pelas horas na estrada para me levar até a universidade. Esse título também é seu.

Aos meus filhos, Samuel e Miguel, inspirações da minha vida. Obrigado por entenderem os meus momentos de ausência. Amo vocês incondicionalmente.

À minha tia Dete, obrigado pelo apoio, pelas orações e pela torcida. Sei que posso contar com a senhora sempre.

À minha orientadora, Regina Simplício Carvalho, pela paciência, por acreditar na minha proposta e pelos ensinamentos durante essa trajetória. Serei eternamente grata.

Ao Prof. Dr. Efraim Lázaro Reis, obrigado por tudo, pela oportunidade. Obrigado por acreditar na educação.

Ao meu grande companheiro de caminhada, meu amigo Wagner Espíndola, que sonhou sempre junto comigo. Que acreditou em mim. Obrigado pelas discussões, ensinamentos, pelas conversas produtivas durante as viagens a Viçosa, pelas risadas. Obrigado por fazer parte dessa história. Nós somos guerreiros.

Aos meus amigos do Profqui, em especial a Adriana e a Sabrina, obrigada pelo apoio em todos os momentos.

À Branca diretora da Escola Estadual José Brandão, pela informação tão valiosa do programa.

À Escola Estadual Paulo Pinheiro, aos meus alunos, colegas de trabalho e em especial a direção, Júlio César e Suely.

À todos os meus colegas de trabalho, pelo apoio e incentivo.

À CAPES pelo apoio financeiro. A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade. A todos os mestres, pelos ensinamentos.

Aos amigos e familiares pelo apoio sempre. Gratidão é a palavra que resume tudo.

“A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro.”

Albert Einstein

“Educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo.”

Paulo Freire

RESUMO

FIDELIS, Lelise Francisca da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2020. **Ensino de Química com abordagem CTS – elaboração e vivência de uma sequência didática com a temática Mineração.** Orientadora: Regina Simplício Carvalho.

Este trabalho foi desenvolvido ao longo do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) no polo da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de elaborar e testar um produto educacional para o ensino de Química com abordagem CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade). Compõe o produto educacional uma sequência didática com a temática mineração. A importância e os reflexos sociais, econômicos e ambientais da atividade mineradora para a sociedade e em especial para a comunidade de Caeté/MG foram abordados. Conceitos relacionados à mineração, a importância do ferro na alimentação e suas aplicações foram também trabalhados. Várias metodologias de ensino foram propostas para o desenvolvimento do tema ao longo das aulas que compõem o produto educacional. Foram propostos trabalhos em grupos, sala de aula invertida, visitas em espaços não formais de educação, aulas práticas e atividades avaliativas, entre outras. Uma prévia do produto educacional foi aplicada em uma turma do Ensino Médio da Educação Básica, e teve como principal foco desenvolver uma aprendizagem significativa e relacionar a vivência dos alunos com a temática proposta, tornando-os cidadãos críticos em relação à atividade mineradora na região e no mundo.

Palavras-chave: Ensino de Química. Sequência didática. Mineração. CTS.

ABSTRACT

FIDELIS, Lelise Francisca da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2020. **Chemistry Teaching with a CTS approach – elaboration and experience of a didactic sequence with the mining theme.** Advisor: Regina Simplício Carvalho.

This work was carried out during the Professional Master's Degree in Chemistry in the National Network (PROFQUI) at the Federal University of Viçosa center, intending to develop and test an educational product for Chemistry teaching with a CTS approach. The elaborated product was applied in High School Classes of basic education, and its main focus is to develop a meaningful learning and relate the students experience with the proposed theme, making these citizens critical in relation to mining activities in the region and in the world. The theme addressed in the didactic sequence was mining, in which the social, economic and environmental reflexes and importance of mining activity was studied for society, especially for the community of Caeté / MG. Concepts related to mining, the importance of iron in food and its applications. Several teaching methodologies were used in classes that set the educational product, such as group work, inverted classroom, visits to non-formal educational spaces, practical classes and evaluative activities.

Keywords: Chemistry teaching. Didactic sequence. Mining. CTS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Mapa com os municípios que integram o Quadrilátero Ferrífero...	21
Figura 02 - Distribuição dos elementos químicos na crosta terrestre destacando-se o ferro	26
Figura 03 - Deformação de um cristal sujeito a compressão e tensão	36
Figura 04 - Diagrama típico de tratamento de minério	37
Figura 05 - Cartaz sobre Metais	57
Figura 06 - Cartaz Extração de Metais	57
Figura 07 - Cartaz Minerais	58
Figura 08 - Cartaz Minerais: definição, exemplos, tipos e utilização	58
Figura 09 - Cartaz Minério de ferro	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Descrição da sequência didática.....	56
Tabela 02 Opinião dos alunos referente à atuação e da importância da Mineração	60

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

a.C. - Antes de Cristo

CO₂ - Dióxido de Carbono

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

Ddp - Diferença de Potencial

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

Fe - Ferro

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

mm - Milímetro

MME- Ministério de Minas e Energia

PIB - Produto Interno Bruto

PROFQUI - Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional

ROM - Run-of mine

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivos gerais	18
2.2	Objetivos específicos	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Nos caminhos do ouro	19
3.2	Mineração: crescimento econômico e conflitos ambientais	22
3.3	Ferro: um elemento universal	26
3.4	Beneficiamento do minério	30
3.5	O aprender ciências	45
4	METODOLOGIA	55
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7	REFERÊNCIAS	62
8	APÊNDICE	67
8.1	Produto educacional	68

1 INTRODUÇÃO

Aprender Química consiste não apenas em conhecer suas teorias e seus conteúdos, mas também em compreender seus processos e linguagens, assim como o enfoque e o tratamento empregado por essa área da ciência no estudo dos fenômenos. A Química possui uma forma peculiar de ver o mundo, adversa daquela que os estudantes estão habituados a utilizar. Mesmo que um estudante não empregue o pensamento químico ao abordar sua realidade ou linguagem química ao se comunicar, ou seja, mesmo que ele não adote uma visão de mundo caracterizada como científica segundo El-Hani e Bizzo (2002), apenas compreender essa abordagem já é um processo bastante complexo (MARCONDES; MILARÉ, REZENDE, 2014).

Tendo-se em vista que a visão de mundo norteia todos os atos de conhecimento, torna-se clara sua importância para o Ensino de Ciências. Uma das teses fundamentais do construtivismo contextual é a de que os aprendizes, seja qual for sua origem, sempre trazem para a sala de aula uma visão de mundo, produzida mediante o contato com sua cultura primeira. O que está sendo ensinado deve ser em geral entendido como parte de uma segunda cultura para os aprendizes. Deste ponto de vista, toda educação tem uma natureza multicultural (EL-HANI e BIZZO, 2002).

Para se tornar efetivo, o ensino de Química deve ser problematizador, desafiador e estimulador, de maneira que seu objetivo seja o de conduzir o estudante à construção do saber científico. Não se pode mais conceber um ensino de Química que simplesmente apresenta questionamentos pré-concebidos e com respostas acabadas. É preciso que o conhecimento químico seja apresentado ao aluno de uma forma que o possibilite interagir ativa e profundamente com o seu ambiente, entendendo que este faz parte de um mundo do qual ele também é ator e corresponsável (LIMA, 2012).

Segundo Galiuzzi, Moraes e Ramos (2010) aprender consiste em envolver-se em permanente reconstrução do já conhecido, movimento em que

conhecimentos anteriores construídos servem de âncoras para novos saberes emergentes do processo de aprendizagem.

Um aprender significativo solicita a ancoragem do já conhecido no ainda a conhecer. Isso é válido, mesmo que o conhecimento que os alunos trazem para a sala de aula seja apenas o saber adquirido no contexto de suas vivências culturais. O professor que atua numa perspectiva sociocultural consegue desafiar e problematizar esse conhecimento no sentido de superá-lo e construir conhecimentos cada vez mais complexo como afirma Tharp Dalton (2002, apud GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010). Necessita, entretanto, partir dele, desconstruindo-o e superando-o (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Para Moraes et al. (2005, apud GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010) numa sala de aula em que se entenda o aprender como reconstrução incentiva-se a desconstrução dos conhecimentos pelos alunos, produzindo-se um caldeirão de ideias diversificadas sobre os temas estudados, com contribuição de todos. Esse conjunto de noções iniciais sobre o tema constitui o material de partida para a emergência das recomendações. A ele vão se somando outras ideias, entendimentos da Química, obtidos por leituras e diálogos com especialistas e cientistas nos temas propostos para aprendizagem. Os processos reconstitutivos pelos quais aprendemos ocorrem essencialmente na linguagem. O aprender entendido como movimento reconstutivo dá-se pela reconstrução e ampliação de significados, processo pelo qual, seja pela fala, pela leitura e pela escrita ou outras ferramentas culturais, especialmente da linguagem, incluídas aí interações por meio da internet, o aprendiz vai elaborando novos significados para as palavras, ações e discursos em que é envolvido. A integração dos significados produzidos pela Química nos significados cotidianos já anteriormente elaborados pelos alunos é em essência, o que constitui aprender Química conforme mencionam Galiazzi, Moraes e Ramos (2010).

Reconstruir significados implica conseguir atribuir novos sentidos às palavras já compreendidas a partir de um discurso cotidiano, o que precisa ser concretizado pelo envolvimento em outros tipos de discurso, entre eles o discurso científico, e mais especificamente o da Química. Aprender Química,

conseguir empregar as palavras com novos significados, requer não apenas ouvir falar em Química, mas envolver-se ativamente na linguagem, seja na fala ou escrita e mesmo nas ações próprias do fazer Química (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

De acordo com Galiazzi, Moraes e Ramos (2010) a maior parte do conhecimento que os alunos disponibilizam em sala de aula provém de seu cotidiano. Os significados anteriormente elaborados têm estreita relação com os grupos sociais os quais convivem no seu dia a dia. Por isso, aceitando-se o aprender como reconstrução, é essencial aceitar que as aprendizagens propostas tenham seu ponto de partida no cotidiano.

O termo cotidiano há alguns anos vem se caracterizando por ser um recurso com vistas a relacionar situações corriqueiras ligadas ao dia a dia das pessoas com conhecimentos científicos, ou seja, um ensino de conteúdos relacionados a fenômenos que ocorrem na vida diária dos indivíduos com vistas à aprendizagem de conceitos (DELIZOICOV; ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002; SANTOS e MORTIMER, 1999). Contudo, aprender Química é ampliar entendimentos de senso comum dos fenômenos com a inserção de significados produzidos no discurso científico e, mais especificamente, no discurso da Química. Isso implica que os alunos aprendam gradativamente, a se movimentar no discurso da Química, abrindo novas janelas para compreender o mundo em que vivem e para participar de suas transformações. As aprendizagens em Química, propostas aos estudantes em sala de aula, necessitam partir de suas vivências e experiências, explorar seu cotidiano, evitando chegar a ele somente no final do processo (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

A contextualização no ensino de ciências vem sendo defendida por orientações oficiais, educadores e pesquisadores como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania que possibilite a aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e a intervenção consciente. A contextualização no ensino também está relacionada ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). (MARCONDES e SILVA, 2010). Esse movimento surgiu como uma proposta de caráter inovador, com a perspectiva de compreender

melhor a ciência e a tecnologia no seu contexto social (ACEVEDO DIAZ, 1996, apud MARCONDES e SILVA, 2010).

A contextualização no ensino de Ciências que privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentado em conhecimentos das ciências e tecnologia, é fundamental para desenvolver um ensino que venha a contribuir para a formação de um aluno crítico, atuante e sempre que possível transformador de sua realidade desfavorável. (MARCONDES e SILVA, 2010).

De acordo com Santos e Mortimer (1999) a contextualização constitui hoje um princípio curricular que possui diferentes funções, dentre as quais podemos destacar as de motivar o aluno, facilitar a aprendizagem e formá-lo para o exercício da cidadania. Temos defendido que para esse último objetivo é fundamental que sejam discutidos em sala de aula aspectos tecnológicos, econômicos, ambientais, políticos, éticos e sociais relacionados a temas científicos presentes na sociedade.

Segundo Bzuneck (2004 apud KASSEBOEHMER e SEVERO, 2017) os estudantes desmotivados para as tarefas escolares apresentam desempenho abaixo de suas reais potencialidades, distraem-se facilmente, não participam das aulas, estudam pouco ou nada e distanciam do processo de aprendizagem. Assim, aprendem pouco e podem evadir a escola, limitando suas oportunidades futuras.

Por outro lado, um estudante motivado mostra-se envolvido de forma ativa no processo de aprendizagem, com esforço, persistência e até entusiasmo na realização das tarefas, desenvolvendo habilidades e superando desafios (BORUCHOVITCH e GUIMARÃES, 2004)

O estudo dos aspectos da vida cotidiana pode ser um campo muito rico para ser explorado no ensino de química (BEJARANO; SILVA e WARTHA, 2013).

Dessa forma, funcionando como instituição sociocultural, a Química – seus saberes, produtos e as práticas a eles relacionadas – tem implicação direta sobre nossos cotidianos, tanto do ponto de vista doméstico, quanto da vida em

comunidade e da realidade planetária; e igualmente está determinada por escolhas socioculturais e políticas (LEAL, 2009).

O grau de presença de ciência e tecnologia em nossas vidas na contemporaneidade traz à tona a importância de que o Ensino de Química envolva discussões éticas e considere a correlação entre tomadas de decisão – pessoais, coletivas, políticas – e fundamentação científica (LEAL, 2009).

O Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica, direito público subjetivo de todo cidadão brasileiro. Todavia, a realidade educacional do País tem mostrado que essa etapa representa um gargalo na garantia do direito à educação. Para além da necessidade de universalizar o atendimento, tem-se mostrado crucial garantir a permanência e as aprendizagens dos estudantes, respondendo às suas demandas e aspirações presentes e futuras (BRASIL, 2018).

Para além da necessidade de universalizar o atendimento, outros grandes desafios do Ensino Médio na atualidade são garantir a permanência e as aprendizagens dos estudantes, respondendo às suas aspirações presentes e futuras (BRASIL, 2018).

Para responder a essa necessidade de recriação da escola, mostra-se imprescindível reconhecer que as rápidas transformações na dinâmica social contemporânea nacional e internacional, em grande parte decorrentes do desenvolvimento tecnológico, atingem diretamente as populações jovens e, portanto, suas demandas de formação. Nesse cenário cada vez mais complexo, dinâmico e fluido, as incertezas relativas às mudanças no mundo do trabalho e nas relações sociais como um todo representam um grande desafio para a formulação de políticas e propostas de organização curriculares para a Educação Básica, em geral, e para o Ensino Médio, em particular (BRASIL, 2018).

A articulação da Química com a temática social é uma marca importante das mudanças que vêm ocorrendo no Ensino de Química nos últimos tempos. Pensamos que esse movimento aponta para uma nova condição radical: a do reconhecimento do Ensino de Química e da própria Química enquanto

temáticas/práticas sociais. O Ensino de Química é social, já que se faz por meio de relações humanas institucionalizadas na escola, como parte de um processo maior de (re)produção sociocultural (LEAL, 2009).

O ensino de Química poderá fornecer aos nossos jovens as condições, os conhecimentos, os métodos e as atitudes que lhes possibilitarão adquirir a confiança e a segurança necessárias para a sua real integração na vida moderna (LIMA, 2012).

Portanto a escolha do tema, com base nas considerações dos autores mencionados anteriormente, é possível observar que muitos alunos do Ensino Médio não demonstram interesse em aprender o conteúdo de Química. Os alunos, em sua maioria, não têm dimensão da importância da Química na vida do ser humano. Por isso sugere-se o desenvolvimento desse projeto que visa contextualizar o mundo real com a sala de aula.

O tema Mineração está diretamente relacionado com os moradores da cidade de Caeté, pois a região possui várias empresas mineradoras e uma delas está localizada próxima a um dos principais pontos turísticos da cidade. Esse tema está sempre sendo discutido pelos moradores e autoridades devido ao grande impacto ambiental provocado na cidade, mas também pela importância na geração de emprego e renda para o município.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

A pesquisa visa a elaboração e aplicação de um produto educacional (sequência didática) com abordagem CTS. Dessa maneira visa promover um ensino interdisciplinar, entre a Química, a História, a Geografia e a Biologia, abordando conteúdos sobre a mineração, contexto histórico da cidade de Caeté, sua participação no ciclo do ouro e a atuação da mineração na cidade, temas ambientais relacionados à atividade mineradora na cidade, entre outros.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma sequência didática para alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma Escola Pública, situada na cidade de Caeté/MG, com a temática Mineração relacionando o conteúdo com o cotidiano dos alunos.
- Desenvolver uma visão crítica dos alunos sobre a atuação da mineração na cidade de Caeté e sobre as questões ambientais relacionadas a essa atividade.
- Diferenciar conceitos relacionados à Mineração como minério, metais, minerais e rochas.
- Trabalhar a interdisciplinaridade com os conteúdos de História, de Geografia e de Biologia.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Nos caminhos do ouro

Caeté, no Estado de Minas Gerais, é uma das cidades mineiras que tem sua história e seu surgimento imbricado com a busca pelo ouro durante o período colonial (TRINDADE e VIEIRA, 2018).

A cidade de Caeté tem sua origem no início do ciclo do ouro. Em meados do século XVII, surgiram em Minas Gerais os primeiros aventureiros que vinham do litoral em busca do ouro, prata e pedras preciosas. A primeira bandeira a pisar o solo do atual município teria sido a do paulista Leonardo Nardez (1701), que é citado como o descobridor de Caeté. Este veio para a região de Caeté atraído pela riqueza aurífera da região (CAETÉ, 2017).

Devido à grande quantidade de ouro em seu território, a Vila passou a receber um grande fluxo de desbravadores, em sua maioria paulistas buscando riquezas, o que contribuiu diretamente para o crescimento da população e, conseqüentemente, o desenvolvimento urbano. Tendo significativo desenvolvimento a partir deste momento o município recebe suas primeiras edificações dando origem, assim, ao que posteriormente seria conhecido como “centro do povoado”. Dentre estas edificações merece destaque a igreja matriz

dedicada à Nossa Senhora do Bonsucesso, datada de 1757 (segundo inscrição no seu frontispício) (TRINDADE e VIEIRA, 2018).

Ao final do século XVIII acontece o esgotamento das aluviões na região e a cidade passou por um profundo declínio econômico com o fim de sua principal atividade econômica. Este declínio altera profundamente o modo de vida dos habitantes forçando muitos a buscar formas de sustento em outras comunidades ou assumir outra alternativa, esta mais comum, a agricultura. Além da profunda estagnação econômica, por sua participação na Revolta Militar de Ouro Preto (PATARO, 2012, p. 43 apud TRINDADE e VIEIRA, 2018), a localidade tem o seu título de Vila suprimido. Desta maneira, o século XIX, em quase sua totalidade, vai marcar este período de estagnação econômica. Contudo, por meio do decreto provincial nº 171 de 23 de março de 1840, o povoado é novamente reconhecido como Vila e emancipada do município de Sabará. Todavia, desta vez, com o nome “Caeté” que significa em língua indígena “mato denso” ou “mata virgem” (TRINDADE e VIEIRA, 2018).

Ao final do século XIX, mais propriamente em 1894, João Pinheiro (1860-1908) – mineiro de mãe caeteense, nascido na cidade de Serro – instalou a primeira indústria na cidade: a “Cerâmica Caeté”. A cerâmica possuía uma atividade produtora bem diversificada produzindo peças para o mercado da construção civil, de grande porte, e produtos de decoração como jogos de chá de porcelana. O século XX chegou para a cidade que precisou sobreviver por quase um século sem a, até então, principal atividade econômica que a fez se desenvolver: a mineração (TRINDADE e VIEIRA, 2018).

Não obstante, Caeté segue o destino das demais cidades mineiras surgidas no período da mineração colonial que viveram o desenvolvimento inicial com a busca pelo ouro, a recessão econômica com o fim da mineração – que leva a modos de produção basicamente agrícolas – e, por fim, o desenvolvimento industrial do século XX (TRINDADE e VIEIRA, 2018).

Assim sendo, Caeté que já havia vivenciado o ciclo do ouro e o período da terra começou a entrar na era do ferro e na luta pelo progresso econômico no início do século XX. A primeira metade deste século, em particular, irá marcar a

consolidação do processo industrial na cidade e, conseqüentemente, a retomada de seu desenvolvimento econômico (TRINDADE e VIEIRA, 2018).

Caeté é uma cidade que faz parte do Quadrilátero Ferrífero, que de acordo com Machado e Ruchkys (2013) é internacionalmente reconhecido como uma das maiores províncias minerais do planeta.

O Quadrilátero Ferrífero localiza-se na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais. Com área de cerca de 7.000 km², abrange parte dos municípios de Bom Jesus do Amparo, São Gonçalo do Rio Abaixo, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Catas Altas, Alvinópolis, Mariana, Ouro Preto, Ouro Branco, Congonhas, Jeceaba, Belo Vale, Moeda, Itabirito, Rio Acima, Brumadinho, Mario Campos, Sarzedo, Ibirité, Nova Lima, Raposos, Sabará, Caeté, Belo Horizonte e Santa Luzia (MACHADO e RUCHKYS, 2013).

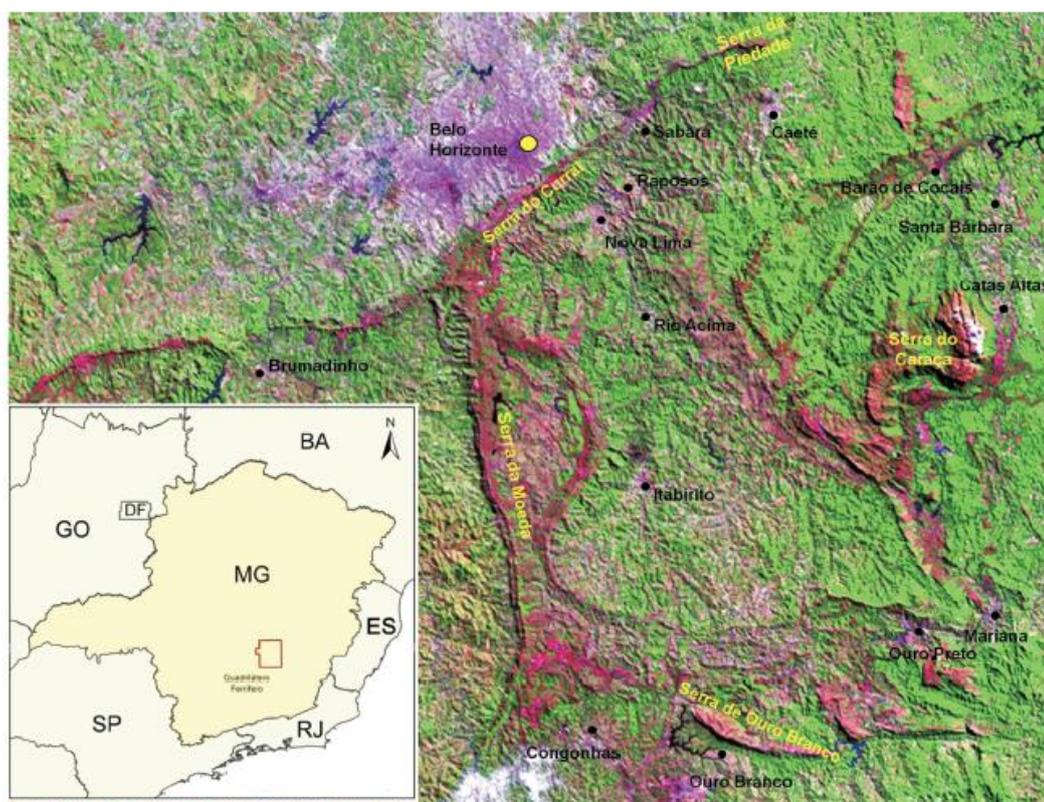


Figura 01: Mapa com os municípios que integram o Quadrilátero Ferrífero
Fonte: Machado e Ruchkys, 2013, p.121

O Quadrilátero Ferrífero é responsável por cerca de 60% do minério de ferro exportado pelo Brasil que, em 2011, atingiu a marca de 331 milhões de toneladas de uma produção da ordem de 390 milhões. Existem ainda no Quadrilátero Ferrífero ocorrências de urânio, prata, arsênio, enxofre, bário, topázio imperial, talco, serpentina, agalmatolito, calcário, dolomito, quartzo, caulim, grafita, rochas ornamentais, areia, argilas, entre outras (MACHADO e RUCHKYS, 2013).

3.2 Mineração: crescimento econômico e conflitos ambientais

O Estado de Minas Gerais, quando falamos em mineração, faz toda a honra ao seu nome. O descobrimento do ouro nos primórdios do século XVII, trouxe um notável desenvolvimento na província de Minas Gerais, com a chegada de aventureiros, grupos organizados e membros da corte portuguesa no Brasil (FONSECA e SOBREIRA, 2001) e ainda hoje Minas Gerais é o estado que mais produz minério (REZENDE, 2016).

A importância da mineração na economia brasileira é histórica. A atividade pontua a trajetória sociopolítica do país, tendo estado presente, de diferentes formas, durante os três regimes políticos pelos quais o Brasil passou de 1500 até hoje (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo 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, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável. É importante reconhecer e manter sob controle os impactos que esta atividade provoca no meio ambiente, assim proporcionando um meio ambiente adequado para as futuras gerações que estão por vir (SILVA, 2007).

Os recursos minerais, por constituírem insumos essenciais a praticamente todos os ramos do setor industrial e terem distribuição irregular na crosta terrestre, tem ao mesmo tempo uma enorme dimensão econômica e caráter

internacional. Assim, é natural o interesse governamental em pesquisa, exploração e regulação do setor mineral.

A indústria mineral tem crescido a ritmo acelerado - tanto em volumes extraídos, quanto pela abertura de novas minas, que, em geral, são autorizadas apenas pelo poder central, excluindo-se os moradores locais (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

De acordo com Bitar (1997) a mineração é responsável por promover uma diversidade de efeitos não desejados, os impactos de grande relevância seriam: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estes provocam conflitos com a comunidade, devido à falta de interesse do empreendimento em atender as necessidades da população (REZENDE, 2016).

No Brasil, esse cenário conflituoso provocado pela atividade mineradora envolve entre outros: populações tradicionais imemoriais, como índios e quilombolas, para quem a extração mineral, e também a de recursos da floresta, se dá pela invasão de seus territórios³; populações ribeirinhas; população urbana e rural que habita territórios na área de influência da mineração (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

Além destes, existem, ainda, populações para as quais os conflitos têm um componente de valores decorrentes de interesses e saberes divergentes sobre o que é desenvolvimento, a exemplo daqueles que envolvem áreas com grande patrimônio natural, produção tradicional ou extrativista agrícola, ou atividade turística. Em muitos desses territórios, a população pleiteia a preservação da natureza e a interrupção de atividades econômicas que colidem com suas práticas ancestrais e culturais, de ocupação e uso do território. Neste contexto, a atividade mineral tem sido, crescentemente, percebida como invasiva e ameaçadora à qualidade de vida (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

Um dos maiores transtornos sofridos pelos habitantes próximos e/ou os que trabalham diretamente em mineração, relaciona-se com a poeira. Esta pode ter origem tanto nos trabalhos de perfuração da rocha como nas etapas de beneficiamento e de transporte da produção (SILVA, 2007).

Quanto a poluição das águas, Silva, (2007) comenta que a maior parte das minerações no Brasil provoca poluição por lama. A poluição por compostos químicos solúveis, também existe e pode ser localmente grave, mas é mais restrita. O controle no caso de lama é termicamente simples, mas pode requerer investimentos consideráveis. As minerações de ferro, de calcário, de granito de areia e argila, da bauxita, de manganês, de cassiterita, de diamante e várias outras, provocam em geral poluição das águas apenas por lama.

Na maioria dos casos a atividade de mineração também implica no desmatamento e/ou impedimento de regeneração natural. De acordo com Mechi e Sanches (2010) praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno.

Segundo Enríquez (2007, apud REZENDE, 2016), a mineração apenas pode ser considerada sustentável se minimizar os seus impactos ambientais e manter certos níveis de proteção ecológica e de padrões de qualidade ambientais, além de garantir o bem-estar socioeconômico no presente.

Cowell et al. (1999) defendem que a sustentabilidade na mineração deve ser discutida sob duas perspectivas contrastantes baseadas em aspectos ecológicos, sociais e econômicos, acerca da indústria extrativa mineral. A primeira perspectiva descreve que a extração contínua e crescente de recursos não renováveis, é uma parte necessária das atividades de desenvolvimento sustentável. Já a segunda perspectiva defende que na busca de sociedades sustentáveis, a extração desses recursos deva ser bastante reduzida ou

mesmo eliminada. Ou seja, o desenvolvimento sustentável precisa ter como meta a redução na extração de recursos minerais (REZENDE, 2016).

Segundo Farias (2002) a atividade mineradora no Brasil é regida por uma série de regulamentações, sendo extensa e conflitante, criando dificuldades na sua aplicação. Algumas dessas regulamentações relacionadas à pesquisa mineral, a servidão, a lavra, a garimpagem e as empresas de mineração estão descritas no Código de Mineração (BRASIL, 2011). A crescente concorrência e as exigências do mercado exportador requerem padrões ambientais rigorosos (REZENDE, 2016).

A atividade de mineração é regulada pela Constituição Federal de 1988, pelo Código de Mineração e Leis específicas, além de atos normativos do Departamento Nacional de Produção Mineral – (DNPM), Ministério de Minas e Energia (MME) e Ministério do Meio Ambiente (CONAMA). Um exemplo é o Código de Mineração que está regulamentado pelo Decreto-Lei no 227, de 28 de fevereiro de 1967, que estabelece regras que estão voltadas à indústria de produção mineral (BARROS, 2017).

A despeito dos impactos envolvidos, a mineração tem sido tratada pelo Estado brasileiro como uma atividade de interesse público, tendo em vista especialmente o retorno econômico que proporciona. Atualmente, a mineração e o agronegócio são importantes itens da balança comercial (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

Atualmente, o país é um dos cinco maiores produtores e exportadores de metais, materiais e minérios do mundo: 85% de tudo o que produz é exportado, gerando apreciável e também indispensável montante de divisas. Juntamente com o agronegócio, a mineração constitui-se um dos setores estratégicos para o equilíbrio contábil da economia brasileira (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

A negativa das populações a projetos mineradores que, segundo suas percepções, possam colocar em risco a sua qualidade de vida e saúde, bem como o meio ambiente, têm crescido em todo o mundo. Numa tentativa de

obter a chamada licença social para operar, muitas empresas têm adotado estratégias para ampliar o diálogo com a sociedade e melhorar a governança sobre os projetos de mineração (ARAÚJO e FERNANDES, 2016).

3.3 Ferro: um elemento universal

Ferro (deriva do latim *ferrum*) é bastante utilizado pelo homem em todo o mundo, sendo pouco provável que haja pessoas, no mundo civilizado, que não conheçam ao menos um objeto que contenha ferro em sua constituição, pois esse metal tem importante papel no desenvolvimento da sociedade (MEDEIROS, 2010).

Dentre os oito elementos químicos mais abundantes na crosta terrestre, o ferro figura em quarto lugar com cerca de 5% em massa. Os outros elementos são oxigênio (46,6%), silício (26,72%), alumínio (8,13%), cálcio (3,63%), sódio (2,83%), potássio (2,59%) e magnésio (2,09%) como representado no gráfico da Figura 02. Esses elementos correspondem aproximadamente a 97,59% da massa da crosta terrestre. É possível, pois, inferir que a crosta terrestre é formada principalmente por compostos de oxigênio na forma de óxidos, hidróxidos e alumino silicatos (DUARTE, 2019).

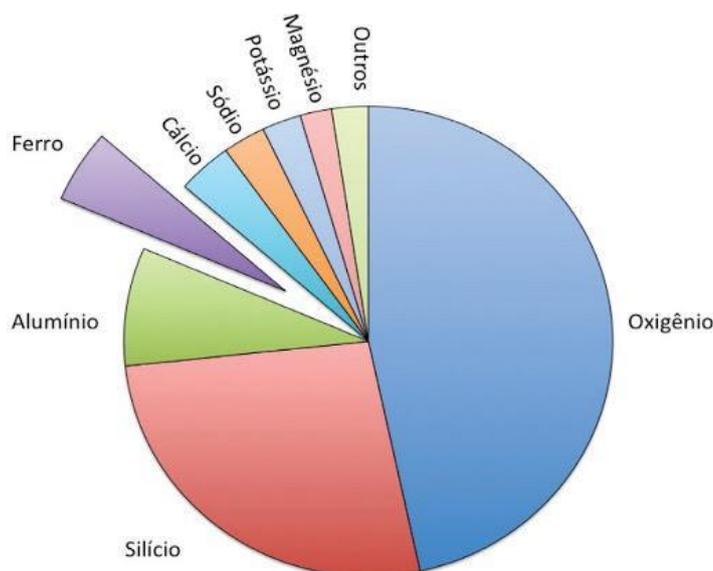


Figura 02: Distribuição dos elementos químicos na crosta terrestre destacando-se o ferro
Fonte: DUARTE, 2019, p. 1146

O ferro é um dos metais amplamente utilizados pelos organismos vivos, participando de processos bioquímicos- metabólicos vitais, como síntese de DNA, RNA, proteínas, transporte de elétrons, respiração, proliferação celular e regulação da expressão gênica (LATUNDE-DADA, 1998, apud FREITAS et. al.,2005)

Segundo Theil (2004, apud FREITAS et. al.,2005) a atividade biológica do ferro está relacionada às suas características químicas e ao estado de oxidação (Fe^{+2} ou Fe^{+3}), sendo capaz de doar ou receber elétrons, participando da reação de Fenton.

Muitos seres vivos apresentam uma grande dependência por íon Fe^{2+} , uma vez que o centro de grupos heme, presentes na metaloproteína hemoglobina (o tipo mais comum é a homoglobina A) são constituídos por esse íon. A hemoglobina é a responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões aos tecidos celulares, onde ocorre a queima da glicose (para a queima desta é necessária a presença de oxigênio molecular, O_2). Esse transporte ocorre graças ao íon Fe^{2+} da hemoglobina, que se combina com O_2 , em atmosfera rica nesse gás, possibilitando o seu transporte até as células, que é um ambiente rico em CO_2 , onde ocorre a troca do O_2 por CO_2 . A partir desse ponto, a hemoglobina passa a transportar CO_2 até os pulmões, onde encontra novamente uma região rica em O_2 , liberando assim o CO_2 (MEDEIROS,2010).

A abundância do ferro, a relativa facilidade para a sua obtenção na forma de $\text{Fe}(s)$, as suas propriedades mecânicas como maleabilidade, resistência e a sua fácil conformação o tornaram material de base para a fabricação de ferramentas e equipamentos. Desde a Era do Ferro, há cerca de 1200 - 300 a.C., o ferro sempre esteve presente ao longo da história da humanidade. No nosso dia-a-dia, o ferro é encontrado em quase tudo que utilizamos, como em parafusos, utensílios de cozinha, ferramentas, transporte motorizado, máquinas, material de construção, navios, concreto armado dos viadutos, prédios e construções, nos aviões e em outras inúmeras aplicações (DUARTE, 2019).

Atualmente, muitos objetos que estão presentes em nosso cotidiano são constituídos por ferro, aço ou alguma outra liga metálica que o contém, podendo citar mesas, cadeiras, portões, painéis, palhas de aço (rebarbas ou arestas de peças de aço utilizadas para limpeza e polimento), carrocerias, peças e rodas de automóveis, pontes, estruturas metálicas de edifícios, pregos, parafusos, alicates e outras diversas ferramentas. Essa grande aplicabilidade se deve à grande resistência mecânica do ferro e principalmente do aço e, possivelmente, ao seu baixo custo quando comparado a outros metais ou ligas metálicas de alta resistência mecânica (MEDEIROS, 2010).

A corrosão é sempre uma deterioração dos metais provocada por processos eletroquímicos (reações de oxidação-redução). O ferro, por exemplo, enferruja porque se estabelece uma diferença de potencial (ddp) entre um ponto e outro do objeto de ferro (FELTRE, 2004).

Nos tempos mais remotos, o ferro foi utilizado no desenvolvimento de ferramentas para auxiliar nas tarefas básicas na agricultura, na caça, na guerra e no transporte. A sua importância foi ampliada durante a expansão marítima por volta do século XV e, principalmente, com a Revolução Industrial, nos fins do século XVIII a primeira metade do século XIX (DUARTE, 2019).

No Brasil, a exploração incipiente do minério de ferro remonta ao ciclo do ouro com a necessidade de se produzir insumos para a agricultura e a própria extração do ouro (GUIMARÃES et al., 2015, apud DUARTE, 2019).

Naquela época, a produção era local, doméstica e voltada para o próprio uso. A produção de aço está ligada à abundância de jazidas de ferro na natureza, à disponibilidade de carvão (vegetal ou mineral), usado como redutor no processo de redução química, e de energia (eletricidade). A importância do aço para o desenvolvimento industrial de um país torna a matéria-prima de onde se extrai o ferro um insumo responsável por parte do comércio mundial e estratégico para o desenvolvimento dos países (DUARTE, 2019).

O Brasil está entre os três maiores países produtores de minério de ferro juntamente com a China e a Austrália. As reservas de ferro no Brasil estão localizadas principalmente no Estado de Minas Gerais, envolvendo as regiões do Quadrilátero Ferrífero, Vale do Rio Peixe Bravo, Bacia do Rio Santo Antônio; no Estado do Pará, na região dos Carajás; em Caetite, no sul do Estado da Bahia, e no Estado de Mato Grosso do Sul, na região de Morraria de Urucum (DUARTE, 2019).

A construção de uma abordagem em que os impactos da atividade mineral sejam minimizados é uma necessidade premente, enquanto os lucros da extração de um recurso natural finito que promovam a construção da prosperidade sustentável da região não for uma realidade. O aproveitamento dos rejeitos em aplicações secundárias carece de articulação com outras cadeias produtivas, como, por exemplo, da indústria cimenteira e da construção civil, mas, também, da viabilidade econômica. Políticas públicas devem ser criadas para as regiões mineradoras; a regulamentação e a implementação geridas por órgãos específicos devem sustentar as boas práticas internalizadas no planejamento físico-financeiro das empresas (DUARTE, 2019).

A extração do minério de ferro no país, pela sua magnitude e pelo protagonismo local, deve ser um eixo mobilizador de iniciativas dirigidas a inovação, ao desenvolvimento científico, a integração indústria-sociedade, a capacitação de recursos humanos e ao desenvolvimento regional sustentável (DUARTE, 2019).

De acordo com Klein e Dutrow (2012) os principais minerais presentes no minério de ferro são hematita, goethita e magnetita. Há vários outros minerais de ferro que são encontrados na natureza, mas não apresentam valor econômico para a extração do ferro. No entanto, isso não quer dizer que eles não tenham interesse científico e tecnológico. A *akaganeite*, β -FeOOH, por exemplo, foi recentemente utilizada como material catódico em baterias de lítio recarregáveis (PENG et al., 2015, apud DUARTE, 2019).

3.4 Beneficiamento do minério

Inovações mais interessantes na área do tratamento de minérios ocorreram partir do século XVIII, início da Revolução Industrial com a invenção da máquina a vapor. Em meados do século XIX, por volta de 1864 a prática do tratamento de minério restringia-se ao ouro, cobre nativo e chumbo (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

No final do século XIX e início do século XX ocorreram significativos desenvolvimentos na área de beneficiamento de minérios, como avanços tecnológicos ao desenvolvimento de design de equipamentos maiores e mais produtivos e eficientes (anos 40 – 70), ; à otimização de processos por meio de automação e computação (anos 70 - 90) a qual continua sendo uma área de grande desenvolvimento; e à racionalização do uso de energia nos anos 70, com a crise de aumento súbito dos preços de petróleo (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

Os minerais, como as terras para agricultura, as águas (de superfície e subterrânea), a biodiversidade, etc. correspondem aos recursos naturais. Os estudos geológicos e hidrológicos básicos de um país ou região são realizados por seu serviço geológico ou entidade equivalente, que os tornam acessíveis para o público. A CPRM - Serviço Geológico do Brasil/Ministério de Minas e Energia que realiza esse serviço no Brasil. A gestão dos recursos minerais do país, os quais, constitucionalmente, pertencem à União, é atribuição do DNPM/MME (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

É responsabilidade das empresas de mineração, com base nas informações geológicas básicas, realizar a pesquisa (exploração) mineral em áreas previamente selecionadas, em busca de depósitos de potencial interesse econômico, uma vez que as matérias-primas minerais possíveis de serem utilizadas diretamente ou transformadas pela indústria encontram-se distribuídas de maneira escassa na crosta terrestre. Obtém-se um depósito mineral quando são realizadas a quantificação e a qualificação do corpo mineral (cubagem). Este corpo mineral, portanto, passa a ter condições

tecnológicas e econômicas (e, cada vez mais, ambientais) de ser aproveitado, tem-se finalmente uma jazida mineral (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

O minério de uma jazida é extraído por meio de operações de lavra (a céu aberto ou subterrânea) na mina. O que abastece a usina de tratamento é o produto da mina, o minério lavrado, ou seja, o ROM (*run-of mine*) (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

Nos dias atuais 1.550 espécies de minerais diferentes são conhecidas, sendo que cerca de 20 são elementos químicos e encontram-se no estado nativo (cobre, ouro, prata, enxofre, diamante, grafita etc.). Os demais minerais são constituídos por compostos, ou seja, por íons de um elemento químico (ex.: barita - BaSO_4 , pirita - FeS_2) (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

Constantemente, um bem mineral não pode ser utilizado tal como é lavrado. Se o seu aproveitamento vai desde a concentração até a extração do metal, por exemplo, a primeira operação traz vantagens econômicas e energéticas à metalurgia, devido ao descarte de massa (rejeito), alcançado na etapa de concentração. Um exemplo é o minério de *scheelita*, com teor de 0,35% de WO_3 , o qual não pode ser utilizado economicamente na metalurgia extrativa. Esse processo só é possível após concentração gravítica ou por flotação, até a obtenção de concentrados com cerca de 70% WO_3 (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

Em contrapartida, nem sempre é possível concentrar o minério, como é o caso das lateritas níquelíferas de Goiás e Pará, onde o seu aproveitamento só é viável partindo-se direto para a extração do metal por hidrometalurgia, devido ao fato da distribuição do níquel na rede cristalina dos minerais de ganga, minerais sem interesse econômico, e, além do mais, sem nenhuma preferência por determinado mineral, impedindo assim uma concentração sociais (LINS e LUZ, 2010).

São definidas e contabilizadas como atividade econômica nas contas nacionais pelo IBGE, sob a definição de extrativa mineral ou mineração as etapas de

lavra e de tratamento de minérios, tendo uma participação no Produto Interno Bruto-PIB (exclusive petróleo & gás) de ordem de 1,0%. Com uma visão mais ampla da indústria mineral alcança a participação de 5% do PIB e corresponde a 20% das exportações brasileiras considerando a transformação dos minerais (a metalurgia, incluindo a siderurgia, e produtos não-metálicos) (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

Apesar de ser essencialmente técnico em suas aplicações práticas, o tratamento de minérios, não pode desprezar o conceito econômico. Não é possível, na prática, obter uma separação completa dos constituintes minerais. Tem-se conhecimento que quanto maior o teor dos concentrados, maior é a perda, ou seja, mais baixas são as recuperações (ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010).

Como qualquer atividade industrial, o tratamento de minérios visa o lucro. Existe um conceito social que não pode ser desprezado, qual seja, o princípio da conservação dos recursos minerais, por se tratar de bens não renováveis. As reservas dos bens minerais são limitadas e não se pode admitir o seu aproveitamento prejudicial, pois grande parte do lucro obtido, em menor prazo possível, dificilmente estará atendendo aos interesses sociais (LINS e LUZ, 2010).

Com território situado dentro de uma ampla faixa de clima tropical, o Brasil, apresenta estruturas geológicas com idades das mais antigas conhecidas. A maior parte dos depósitos de minerais brasileiros foram formados com espessas coberturas intemperizadas, ou seja, coberturas que sofreram alterações físicas ou químicas quando expostas na superfície da Terra, que, por vezes, vieram a se constituir em jazidas. Estas jazidas apresentam uma característica comum que é de apresentar uma grande quantidade de lamas, constituídas principalmente de argilominerais ou outros minerais advindos de processos genéticos de alteração, apresentando tamanhos finos, ultrafinos e coloidais. Também podem ser encontrados, de mesmos tamanhos, minerais úteis. (NASCIMENTO e POSSA, 2010).

Em volumosos depósitos de rejeitos aguardam propostas a partir de uma tecnologia que propicie benefícios que ainda se atrelem a economia. Concomitantemente, a sociedade reivindica medidas que reduzam os danos que o meio ambiente sofre com essa prática. O objetivo é pensar nos dias vindouros com o propósito de tornar obrigatória a aplicação de tais rejeitos ou, em última hipótese, um armazenamento que não cause prejuízo ao meio ambiente (NASCIMENTO e POSSA, 2010).

O conceito de Minério para o autor infra citado se refere a toda rocha formada por um mineral ou a junção de minerais com a presença de um ou mais minerais valiosos, que podem ser utilizados economicamente e, quando são desfrutados como bens úteis ganham o nome de “minerais-minério”. Porém, quando não proporcionam aproveitamento recebem a denominação de “ganga” (LINS e LUZ, 2010).

Quanto ao tratamento ou proveito de Minérios, tal processo se refere a procedimentos utilizados nos bens minerais com o intuito de remodelar a granulometria, a aglomeração referente as espécies minerais em questão ou a forma, mas preservando a identidade química ou física dos minerais. Existem autores que afirmam, mediante de um conceito de maior abrangência sobre tratamento de minérios sob um enfoque voltado ao um procedimento em que os minerais sofrem alterações químicas, advindas de decomposição térmica ou mesmo de reações típicas provocadas pelo aumento de temperatura. A concentração de finos de minérios (briquetagem, sinterização e pelotização), a ustulação e a calcinação são conceituadas, de acordo com esse conceito mais abrangente, como tratamento de minérios (LINS e LUZ, 2010).

Os procedimentos de concentração e a segmentação seletiva de minerais são processos que se alicerçam nas dessemelhanças de propriedades entre o mineral-minério (o mineral de interesse) e os minerais de ganga. Entre estas propriedades evidencia-se: características referentes a massa específica (ou densidade), suscetibilidade magnética, condutividade elétrica, propriedades de química de superfície como a composição química, cor, radioatividade, forma

etc. Há situações que requerem compartimentação seccionada entre dois ou mais minerais de interesse (LINS e LUZ, 2010).

A concentração de um minério é comprovada quando os minerais são fisicamente liberados. Pressupõe-se que uma partícula deve conter regiamente, uma única espécie mineralógica. A liberação do mineral ocorre quando há restringimento do minério que é processado através de uma operação de minimização de tamanho – cominuição, ou seja, britagem e/ou moagem, sabendo-se que pode alterar de centímetros até micrometros. Devido ao alto valor da operação para a diminuição de tamanho, devido ao gasto com energia, revestimento, moedor e outros procedimentos, torna-se necessário o investimento apenas no que for estritamente imprescindível para a operação seguinte, fazendo-se mister o uso de operações de separação por tamanho ou classificação através do peneiramento, ciclonação, entre outros procedimentos, nos circuitos de cominuição (LINS e LUZ, 2010).

O procedimento de separação, no setor de beneficiamento de minérios, agrega um conjunto de técnicas com o objetivo de minimizar, por meio de ação mecânica externa ou, por vezes interna, um sólido, de tamanho específico em partículas de tamanho menor. Um material heterogeneamente fracionado composto na maioria das vezes por uma rocha, propõe-se a desprender os minerais valiosos dos minerais de ganga, mas em se tratando de um mineral homogêneo, restringe-se até à dimensão esperada pela utilização. O processo de restringimento passa por vários estágios que se aplicam ao minério, a começar da mina, até sua conformidade ao processo industrial que se seguirá (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Quanto à etapa de lavra, a decomposição do minério ou rocha, usando explosivo pode ser compreendido como um estágio inicial de fracionamento, assim produzem blocos volumosos que de acordo com o tamanho resultante possibilita munir os equipamentos de britagem (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

A redução dos blocos obtidos na lavra é chamada de britagem e devido aos tipos de equipamentos há uma repetição do processo várias vezes utilizando cada equipamento, de modo que se obtenha um produto apropriado ao provimento da moagem. Através de sucessivas fases e o uso de equipamentos adequados a cada uma delas ocorre o processamento de minérios até chegar ao tamanho esperado ou então há a liberação de minerais valiosos de sua ganga. Os fragmentos apresentam diversificados tamanhos, entre rochas de 1000 mm até 10 mm. Para britar os diferentes tipos de minério não há uma padronização, mas de acordo com a conveniência a operação é realizada nos estágios adequados (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

O último estágio do processo de fragmentação é a moagem, quando as frações são diminuídas pelas ações conjuntas de impacto, compressão, abrasão e atrito, até chegar a um tamanho ideal à liberação do mineral de acordo com o objetivo visando os processos subsequentes. Quanto à malha para o processo de moenda, deve-se observar muitos fatores, incluindo a distribuição do mineral útil na ganga e o processo de separação que será usado na próxima fase. Os maiores investimentos são na área da fragmentação, pois exigem grande gasto de energia e, ainda ganham enorme importância no momento de instalação de tratamento de minérios (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

A fragmentação fina para se chegar a um produto ideal à concentração ou a qualquer outro processo industrial, incluindo pelletização, calcinação, lixiviação, combustão, entre outros recebe o nome de moagem (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Grande parte do consumo de energia no processo de uma usina de tratamento ocorre na fragmentação (CONCHA,1971, apud ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Classificando-se os minerais, a sua maior parte é definida como materiais cristalinos, nesse caso, os átomos estão dispostos tridimensionalmente. As ligações existentes entre os átomos, denominadas de interatômicas são eficazes à pequena distância, podendo ser quebradas se tensionadas a partir

de forças externas. Tais forças podem ser geradas por cargas de tensão ou de compressão conforme representado na Figura 03 (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

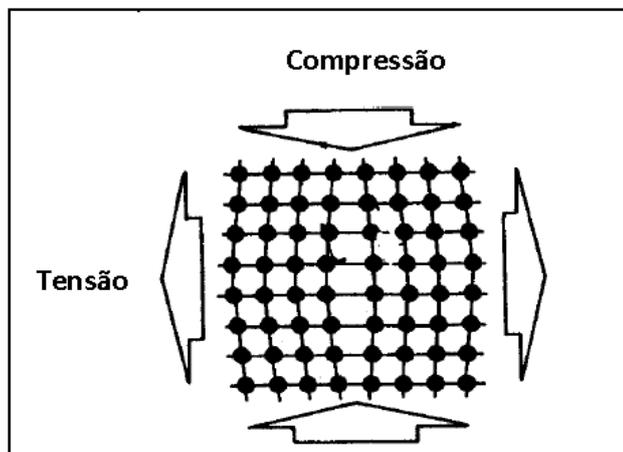


Figura 03: Deformação de um cristal sujeito a compressão e tensão
Fonte: WILLS, 1988, apud ALMEIDA; FIGUEIRA, LUZ, 2010, p .145

Embora as afirmações teóricas sobre fragmentação apontem uma fragilidade quanto ao material, verdade é que os cristais tem a propriedade de armazenar energia sem desmembramento e desprendem energia ao cessar da força. Essa peculiaridade recebe o nome de elasticidade. Se houver ruptura, a energia que está armazenada modifica-se para se tornar uma energia livre de superfície, que é uma energia potencial dos átomos da nova superfície formada. Devido a esse acréscimo de energia, as superfícies recém-formadas se tornam quimicamente mais ativas, assim tornam-se mais apropriadas mediante a força dos reagentes de flotação, a oxidação ocorre mais facilmente (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

O procedimento de retirar a maior parte da ganga que se concentra em grande parte no minério recebe o nome de concentração. Quanto à purificação, significa a retirada do minério (ou pré-concentrado) dos minerais que apresentam contaminação em reduzida porção. Em grande parte dos procedimentos, as intervenções para a concentração utilizam um método realizado a úmido. Faz-se necessária a retirada de parte da água do concentrado para que seja posteriormente conduzido a indústria química ou mesmo para a aquisição do metal através de hidro-pirometalúrgicos (áreas da

Metalurgia Extrativa). Tais procedimentos recebem o nome de desaguamento (espessamento e filtragem) e secagem (LINS e LUZ, 2010).

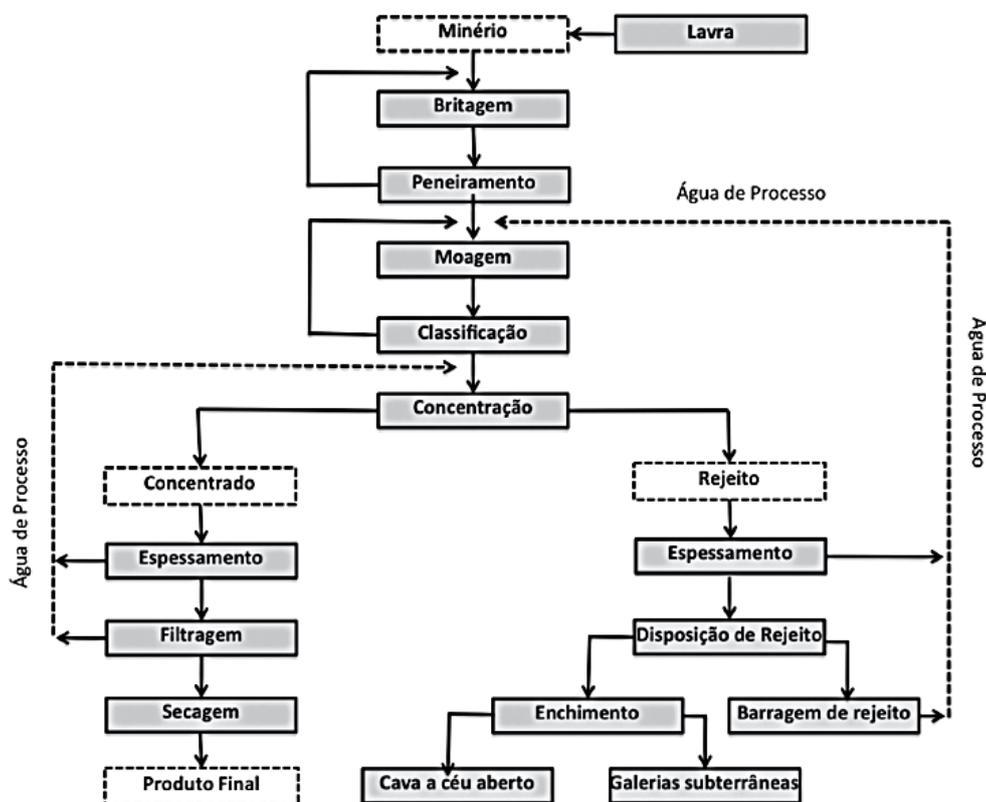


Figura 04: Diagrama típico de tratamento de minério

Fonte: DUARTE, 2019, p. 1150

Os métodos empregados são determinados para movimentar milhões de toneladas/ano, o que demanda espaço e água em abundância. A água advinda do rebaixamento do lençol freático no processo de cava da mina, em sua maioria é empregada na usina de beneficiamento. No fim do processo faz-se necessário reaver a água aplicada, com o intuito de ser reaproveitada durante os procedimentos, o que reduz consideravelmente a utilização de água ainda não demandada. Para diminuir o uso da água na usina e facilitar a disponibilidade hídrica na região é imprescindível reduzir a quantidade de água nos rejeitos e também ampliar a segurança das barragens de rejeito. Uma tendência que vem despontando é a disposição a seco de resíduos no processo de beneficiamento dos minérios (DUARTE, 2019).

Com a preocupação ligada à sustentabilidade que tem como objetivo suprir as necessidades de acordo com a demanda atual sem causar danos às gerações futuras, deve-se pensar no aproveitamento dos recursos minerais com o compromisso de priorizar os princípios de desenvolvimento sustentável. Isso remete a outras questões relativas ao aproveitamento consciente dos recursos naturais, resguardando-se o meio ambiente (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Em se tratando de contaminação, os procedimentos com os minérios não apresentam grande incidência relacionada ao impacto ambiental quando comparados aos danos provocados pela agricultura que utiliza fertilizantes químicos e grande quantidade de defensivos usados nas plantações. Nas atividades do setor industrial bem como no processo de transformação dos minerais em metais e em produtos não-metálicos, há ações bem mais agressivas no uso da energia e na emissão de gases de efeito estufa. Um fato de relevância que deve ser inegável é que a eliminação dos rejeitos das usinas de beneficiamento acaba resultando em algum tipo de poluição. No trato com os rejeitos de minérios metálicos e carvões há que se proceder de forma a prevenir ou corrigir com o intuito de minimizar os impactos (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Hoje, existe uma cobrança cada vez mais abrangente para com os rejeitos da mineração de beneficiamento no sentido de evitarem danos aos terrenos. Para tal, sugere-se o preenchimento de minas ("*back-fill*"), restaurando as áreas mineradas cuidadosamente sem danificar o ambiente (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Nos processos de lavra e beneficiamento ocorre um acúmulo notável de massa de minério na produção mineral que se torna rejeito. Um impasse para a indústria mineral hoje é o descarte de rejeitos como também relacionados às atividades do setor industrial, pesquisas nucleares e atividades urbanas. Quanto às necessidades da sociedade de um modo geral por bens minerais, juntamente ao desenvolvimento econômico e tecnológico, acaba exigindo uma forma sustentável e economicamente coerente no aproveitamento de minérios

de baixo teor ou mesmo aqueles de difícil beneficiamento. Tais procedimentos geram um aumento considerável na quantidade de rejeitos resultantes das produções, o que ultrapassa as atividades relacionadas aquelas com os próprios minérios (SOARES, 2010).

Hoje, com o avanço da tecnologia existem procedimentos que torna mais criterioso o descarte de rejeitos, principalmente nas barragens. As barragens são construídas por processos tradicionais que envolvem a compactação da terra aproveitando os rejeitos do beneficiamento ou também com o estéril. A exigência relacionada à proteção ambiental e a segurança é um requisito básico e essencial no processo. Pode-se citar a necessidades de recuperação e introdução da água nos circuitos da mina e da usina de concentração. A projeção é de se reaproveitar os rejeitos concebendo-o como um bem mineral, o que se apresenta como algo viável tendo em vista a tecnologia avançada diante da escassez de bens minerais que podem favorecer tal empreendimento (SOARES, 2010).

Com a grande quantidade de rejeitos produzidos ocasiona o crescimento considerável das estruturas compartimentadoras, tornando essencial a construção de barragens de rejeitos dentro das obras de mineração. Alvo de atenção e interesse por parte da comunidade técnico-científica e das autoridades governamentais são as medidas de segurança, pois mediante a ocorrência de acidentes em tais obras que são de grande porte. Salientando como requisitos essenciais no armazenamento de rejeitos em barragens, estão elencados a preservação do meio ambiente, os investimentos monetários viáveis e a acessibilidade da operação (SOARES, 2010).

Economicamente falando, é alto o custo para manter o controle dos rejeitos, além de não trazer lucros imediatos para a mineradora. Um ponto de destaque é o fato de que há incompatibilidade entre a evolução tecnológica dos projetos de mineração e a utilizada na construção das barragens, mesmo as convencionais. Essa realidade mostra como a área da mineração vem sendo negligenciada. (SOARES, 2010).

Dentre as construções de barragens convencionais, está incluída a projetada para contenção de rejeitos, como uma especialização de tais obras. Faz-se mister citar que, existem diferenças relevantes no que tange o uso da tecnologia usada em barragens de terra convencional e as que são construídas com os rejeitos. (SOARES, 2010).

É de suma importância que haja monitoramento efetivo das barragens de rejeitos por todo período de uso com vistas a avaliar os resultados e realizar as intervenções e melhorias necessárias desde a implantação. Assim, é possível diminuir os riscos de acidentes ao depositar os rejeitos da mineração (SOARES, 2010).

Visando medidas de segurança para evitar acidentes nas barragens de contenção de rejeitos, tendo por base o estudo sobre as causas dos acidentes, compreende-se que há a necessidade de ampliar os conhecimentos sobre as propriedades dos materiais utilizados nas obras. Fatores como a dinâmica construtiva, o conjunto de operações da mina e as características do meio físico onde a obra está sendo realizada devem ser levadas em consideração. Com isso, o mais adequado é um projeto amplo que envolva todas as áreas especializadas para um projeto com um suporte plural de técnicas e conhecimentos (SOARES, 2010).

Das indústrias que mais causam impacto ambiental estão as mineradoras e as do setor metalúrgico. Tal fato se dá através do manusearem grandes volumes de água, sólidos e óleos emulsionados ou não, de reagentes residuais, gases, elementos com substâncias radioativas. A poluição ocorre através de poeira, rejeitos carregados de coloides, reagentes químicos, metais pesados dissolutos, poluentes por aerossóis e outros (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Diante de tais ocorrências, as empresas devem priorizar a responsabilidade social e ambiental, seguindo padrões de qualidade internacionais severos tentando a conservação do ambiente, bem como a manutenção da saúde humana e de seu *habitat*. Por este motivo, hoje há um conceito de

sustentabilidade através de acordos entre ambos para a realização destas atividades inseridas na sociedade (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Ruídos, poeiras e, até a contaminação de solos por drenagem ácida e explosivos resultantes da glicerina, onde são produzidos íons de metais pesados como cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio, além do ferro e ânions, tais como, sulfato, fosfato, arseniato, telurato, fluoreto, molibdato, cianeto e outros, são os principais efeitos das atividades de lavra. O derramamento de óleos, graxas e solventes orgânicos, as emissões de gases, os descartes de plásticos, lodos (precipitados), rejeitos produtores de ácidos, a poluição visual, as mudanças da biodiversidade, a deposição-estocagem de rejeitos (bacias, cavas), a radioatividade e a combustão espontânea (pirita do carvão, por exemplo) representam consequências negativas que são corriqueiras em tais ações (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Dentre os efeitos mais recorrentes no beneficiamento podemos mencionar os efluentes líquidos compostos por metais pesados e ânions tóxicos, sólidos por vezes coloidais, resíduos orgânicos que podem ser espumantes, coletores, surfactantes e óleos. Ressaltamos também a formação de poeiras e ruídos nas etapas de cominuição, as emissões gasosas orgânicas e os vapores, que podemos citar o de mercúrio que, mesmo em porções menores causam consequências negativas de grande impacto (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

No setor de metalurgia os danos ao ambiente são provocados por efluentes líquidos compostos de metais pesados, ânions, compostos orgânicos e metálicos, complexos e quelatos tóxicos, óleos (solventes orgânicos) emulsificados ou não, sólidos finos ou coloidais (lodos), de gases (SO₂, NO_x) e aerossóis (óxidos de arsênico, *fly ash*) e, resultantes da destituição de rejeitos sólidos (piritosos) (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Com relação à poluição do ar, provocada por emissão de partículas de material, é uma situação que provoca incontáveis efeitos negativos no ambiente. Dentre esses efeitos, há a diminuição da visibilidade decorrente da constituição de fumaça, às vezes em forma de neblina. A disparidade estética

sobre residências, automóveis, roupas, descoloração e erosão de edifícios também está listada como a corrosão de metais e danos a equipamentos; os efeitos danosos na qualidade das águas e na vida aquática é outro efeito; contaminação de análises laboratoriais contendo contaminantes aéreos; ainda existem os prejuízos relacionados ao turismo local e, podemos destacar os danos à saúde humana provocados por doenças respiratórias, alergias, erupções bucais, reações tóxicas (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

O uso de equipamentos em fontes fixas nas indústrias e as fontes móveis em veículos que emanam esses poluentes, aliado a uma fiscalização apropriada por parte dos órgãos competentes responsáveis pelas questões ambientais é uma forma de atender as exigências nas áreas urbanas eliminando tal problema. Em se tratando da mineração, grande parte dos poluentes vem de fontes difusas, assim requerem formas de tratamento menos comuns (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Objetivando evitar e monitorar as partículas soltas no ar, utiliza-se mais comumente no setor minerador, agentes denominados *dust suppressants* e, normalmente, lança-se mão de sistemas de aspersão de água ou de produtos químicos que resultam em um abatimento. Tais produtos apresentam classes diferentes, dentre elas destacam-se a água, os sais higroscópicos, os produtos orgânicos que podem derivar ou não do petróleo, as emulsões de polímeros sintéticos, os *mulches* de fibra de madeira ou de papel, os produtos eletroquímicos e as misturas compostas de substâncias a partir das categorias supracitadas (EPA, 2004, apud OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Já os sistemas aspersores de irrigação de água montados em lugares onde há o excesso da presença de poeiras representam um mecanismo bastante eficaz e de uso mais constante. Os efluentes líquidos provenientes do beneficiamento mineral contêm, na maioria dos casos, além de sólidos em suspensão, inúmeros tipos de reagentes aplicados principalmente nas ações de tratamento de minérios e em seguida no processamento metalúrgico dos concentrados (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Os tempos atuais têm sido marcados por realização de pesquisas, estratégias, metodologias tecnológicas e recursos humanos visando responder as demandas da legislação corrente com o intuito de atender suficientemente as necessidades para efetiva gerência ambiental no que tange as ações no setor mineiro e metalúrgico. Proceder responsabilmente no gerenciamento dos efluentes produzidos, faz-se mister no ramo industrial, bem como reciclar ou reaproveitar. Aliar a receptividade dos produtos nos mercados nacional e internacional, em consonância com as leis que amparam a preservação ambiental é hoje algo que não deve se dissociar. Quanto aos efluentes líquidos há ainda a minimização de custos operacionais visando a cobrança do uso de água na fonte. É fato que, no setor industrial não há ainda o embasamento das novas tecnologias vigentes, com isso os métodos convencionais que não oferecem eficácia suficiente, ainda são utilizados (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Quanto ao lançamento de poeiras, há no mercado diversos produtos para serem usados com grau de eficácia elevado, desde que utilizados adequadamente, do contrário, podem provocar grandes danos negativos ao ambiente. Em nosso país, a água é o meio eliminador de poeira mais usado. No entanto, pensando na conservação dos recursos hídricos e combate ao desperdício, tornou-se uma inclinação abrangente na sociedade de um modo geral, sendo assim, a parcimônia na utilização das águas é sempre uma questão em pauta independente de sua finalidade. Para a alteração de água em substâncias dissolvidas de polímeros que sejam eficazes no combate a poeira e adequar a manipulação do solo para melhor absorção sugere-se a aplicação de procedimentos alternativos de procedência natural, tais como polímeros naturais aqui exemplificados por amido e quitosana. Além dos benefícios citados, pode-se mencionar um menor desaproveitamento da água e os limitados gastos de abatimento, também o controle mais abrangente dessas emissões. Como resultado, tem-se como reforço positivo um melhor aproveitamento das ações da mineração acrescidas de uma coordenação ambiental em fontes difusas (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Vale ressaltar que a emissão de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases de efeito estufa na mineração é diminuta quando comparada a outros processos industriais (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Observa-se hoje que a mineração tende valorizar a sustentabilidade e parcimônia na utilização consciente do recurso hídrico. Recentemente, temos visto entre as grandes empresas de abrangência mundial, registros que corroboram com o uso correto da água bem como os procedimentos para sua adequação. Tais apontamentos ainda mostram indicadores e metas para restringir o consumo específico e a ampliação da recirculação de água. Em nosso país a reciclagem da água no processo nas grandes minerações é bem considerável, abrangem em torno de 70% e por vezes alcançam a marca de 90%. Isso pois, contam com procedimentos apropriados no manejo dos efluentes líquidos (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

Sobre os efluentes, podem também serem reconhecidos propulsores de novos produtos, uma vez que há situações de emissões em que fragmentos de seus compostos são restaurados e inseridos no processo de introdução ao ciclo de consumo. Essa alternativa reduz os gastos no procedimento, tendo seu maior resultado positivo no impacto dos efluentes líquidos e a possibilidade sustentável na reutilização da água (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Para um procedimento mais coerente por parte das indústrias sob enfoque técnico e econômico, faz-se necessário os fundamentos acerca das tecnologias acessíveis, bem como o investimento empregado e os resultados relacionados a eficácia pretendida (OLIVEIRA, RUBIO; SILVA, 2010).

Faz-se necessário enfatizar que reaproveitar materiais e reutilizar dejetos industriais e urbanos se tornou um imperativo no mundo todo através do uso efetivo das tecnologias vigentes no tratamento com os minérios, ou produtos de natureza semelhante. A habilidade no processo ou fragmentação selecionada de todo e qualquer material é que faz a diferença durante o processo e posterior e ele também (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

O desafio de produção mais livre de impurezas voltada a mecanismos de prevenção em torno dos processos, produtos gerados e os serviços, com o intuito de alcançar uma eficiência maior minimizar os impactos negativos tanto a saúde dos seres humanos como a degradação ambiental coloca os setores industriais e de serviços em alerta. A pesquisa e a tecnologia são áreas que merecem investimento constante e efetivo para que a mineração realize atividades com procedimentos menos impactantes. Já em alguns setores industriais pode-se replicar soluções de mesmo gênero em uma infinidade de empresas. As fábricas automobilísticas e as de refrigerante são exemplos disso. Tal ação, se torna inviável quando se trata de substâncias minerais existe um procedimento específico para cada situação (ALMEIDA; FIGUEIRA; LUZ, 2010).

3.5 O aprender ciências

O ensino de ciências, como parte da educação básica, tem como objetivo central a formação da cidadania, o que implica na necessidade de desenvolver no aluno conhecimentos básicos de ciência e tecnologia para que ele possa participar da sociedade tecnológica atual, bem como atitudes e valores sobre as questões ambientais, políticas e éticas relacionadas à ciência e tecnologia. Nessa perspectiva, o ensino de ciências deveria levar o aluno a vivenciar situações que propiciassem o desenvolvimento da capacidade de julgar, avaliar e se posicionar frente às questões sociais que envolvam aqueles aspectos (MORTIMER e SANTOS,1999).

[...] aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza – nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explica-lo [...]. (DRIVER et al., 1999, p. 36).

As diferentes formas de ver, conceber e falar sobre o mundo, podem ser pensadas como diferentes formas de conhecimento, que correspondem a

diferentes realidades. Entre estas há uma que se apresenta como a realidade por excelência: aquela da vida cotidiana. Quando alguém desloca sua atenção dessa realidade cotidiana para, por exemplo, o conhecimento científico, uma mudança radical tem lugar em sua consciência. Mesmo, contudo, quando este tipo de mudança radical tem lugar, a realidade cotidiana ainda marca sua presença. Para falar dessas diferentes realidades usamos linguagens variadas, mas todas elas são construídas a partir da linguagem da vida cotidiana. Mesmo que se possa empregar linguagens mais sofisticadas – como a Matemática e a Química - é preciso que se estabeleçam relações entre as diferentes realidades, possibilitando sua coexistência num mesmo sujeito que vive num mundo tão diversificado. A própria ciência não é homogênea e pode oferecer múltiplas formas de ver o mundo. Essas ideias podem conviver em uma mesma pessoa, sendo usadas em contextos independentes e não relacionados (MACHADO e MORTIMER, 2010).

À medida que o aluno toma consciência do seu perfil conceitual, mesmo que inicialmente este contenha apenas umas poucas formas diferenciadas de ver e construir o mundo discursivamente, ele estará apto a perceber a dinâmica do conhecimento e adquirir uma diferenciação ainda maior desse perfil no futuro, com a aprendizagem de conceitos sofisticados (MACHADO e MORTIMER, 2010).

Para Machado et al. (2010) aprender Química é também aprender sobre a natureza dessa ciência, seus processos de investigação e seus métodos. A Química pode fornecer ao aluno instrumentos de leitura do mundo e, ao mesmo tempo, desenvolver certas habilidades básicas para ele viver em sociedade.

Segundo Piaget (2010) a criança aprende quando há uma modificação duradoura e equilibrada do comportamento. Há então que se assimilar e adaptar os novos conhecimentos aos anteriores. Nessa perspectiva Piaget salienta a importância do “fazer” do aluno, entendendo que a aprendizagem se dá pela interação entre sujeitos e objeto, numa sequência invariável de estágios, cada um dos quais representando um nível singular de organização cognitiva interna que possibilita e determina tipos de análise de informações

que o sujeito pode realizar. Assim, os indivíduos, ao interagirem com o ambiente, analisam o ocorrido de acordo com o estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontram.

Para levar os estudantes às ideias convencionais da ciência, é essencial a intervenção do professor para orientar observações e disponibilizar as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica (BAZZAN et al., 2010).

Cabe a escola a tarefa institucional e social de construir os sujeitos nas formas culturais que determinado momento histórico exige e, para isso há uma forma escolar de produzir aprendizagem e desenvolvimento mental que faz parte dos saberes específicos dos pedagogos de todos os campos do conhecimento humano, entre eles o campo científico. A compreensão, no entanto, de como se deve proceder para que a intervenção pedagógica seja eficaz, muda historicamente. Os alunos chegam à escola com explicações próprias sobre fenômenos do cotidiano e, como operações mentais, elas são sustentadas por conceitos produzidos nas interações sociais internalizadas, fazendo parte de sua estrutura mental. Não importa se os conceitos do cotidiano sejam muito diferentes daqueles científico/químicos que a escola ensina. Ambos são muito importantes no trabalho pedagógico escolar, pois ambos serão mutuamente enriquecidos, como defende Vygotsky (2000, apud BAZZAN et al., 2010).

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o

exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BRASIL, 2018).

Aprender Química se dá a partir de operações com os discursos em que estamos inseridos, no envolvimento em atividades concretas, coletivas no qual cada um põe em movimento o pensamento, exigindo uso intenso da linguagem, especialmente a fala e a escrita. Isso se opõe à memorização de conceitos, procedimentos e teorias. Conhecimentos complexos e abstratos característicos do discurso da ciência, e de modo especial da Química, precisam ser reconstruídos ou reinventados a partir de um intenso envolvimento com o discurso químico, a partir de situações práticas em que nos movimentamos dentro deste discurso. As aprendizagens efetivas solicitam uma interação constante entre teoria e prática, entre a linguagem do cotidiano e a da ciência Química. É conseguir enxergar e comunicar o novo conjunto de entendimentos resultantes de um novo olhar, o olhar próprio da Química (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Assim aprender Química, mais que acumular conhecimentos, é desenvolver competências de usar a linguagem de modo cada vez mais complexo e fundamentado, produzindo pensamentos e argumentos dentro do discurso da Química com competência e habilidade. Aprender Química, mais do que adquirir conhecimentos, é aprender a aprender, agindo dentro do discurso dos químicos (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Quando os alunos concretizam aprendizagens do tipo que lhes possibilita continuar a aprender por toda a vida, por sua própria conta, estarão realizando o que é essencial na escola. Aprender verdadeiramente é tornar-se autônomo nas interações no mundo social e natural, ser participativo e assumir-se sujeito nos contextos em que se atua, ainda que sempre consciente dos limites desta autonomia. Isso significa tornar-se efetivamente cidadão (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Segundo Galiazzi, Moraes e Ramos (2010), o movimento do pensamento de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica é um dos modos de tornar mais complexo os pensamentos e os conhecimentos. Aprender Química

é reconstruir conhecimentos do cotidiano aproximando-os dos conhecimentos aceitos nesta área. É importante que todos os cidadãos tenham um domínio da linguagem científica e, dentro dela, do discurso da Química.

Numa sala de aula em que se pretenda operar nas teorias socioculturais, o conhecimento do senso comum não é entendido como conhecimento inferior, mas é assumido como ponto de partida para a elaboração de conhecimentos científicos. A apropriação do discurso da Química encaminha, no mesmo processo, a constituição do sujeito alfabetizado cientificamente e a participação desse mesmo sujeito nas transformações sociais e nas realidades em que este se envolve. O domínio de outra linguagem, a apropriação de outro discurso, o discurso químico, amplia a realidade do sujeito, criando novas possibilidades de participação para quem aprende efetivamente Química (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Em síntese aprender Química em num sentido reconstrutivo é desenvolver competências de se movimentar na sua linguagem. O pensamento químico, assim como todo pensamento, funda-se na linguagem. Na sua apropriação, ou seja, ao aprenderem Química, os alunos necessitam partir do cotidiano e dos modos de linguagem em que conseguem se expressar, para então gradativamente, irem complexificando os seus conhecimentos pela interação com o discurso da Química. Nesse mesmo movimento os alunos tornam-se sujeitos capazes de participar nas transformações das realidades em que se inserem. Nesse processo ocorre o empoderamento dos participantes, uma distribuição de responsabilidades, uma ampliação do número de sujeitos que participam das decisões tomadas nos coletivos em que os alunos estão incluindo nisso questões que envolvem o conhecimento da Química (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Aprende-se Química falando Química, fazendo Química, envolvendo-se em conversas instrutivas dentre do discurso da Química. Para que tenha sentido a aprendizagem, os novos significados precisam ser construídos dentro dos contextos dos discursos, revelando-se de pouca importância a apropriação de conceitos, fatos, procedimentos e atitudes de forma isolada (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

De acordo com Galiuzzi, Moraes e Ramos (2010) os exercícios do pensar na aprendizagem da Química se dão por envolvimento dos alunos em modos de pensar variados, tais como classificar, elaborar hipóteses, argumentar, descrever, interpretar, além de muitos outros. Envolver os alunos nesses diferentes modos de pensar ajuda-os, ao mesmo tempo, no desenvolvimento de capacidades de pensamentos cada vez mais complexas e na apropriação dos conhecimentos da Química e de seus modos de produção.

A Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político. A sociedade e seus cidadãos interagem com o conhecimento químico por diferentes meios. A tradição cultural difunde saberes, fundamentados em um ponto de vista químico, científico, ou baseados em crenças populares (BRASIL, 2000).

A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores (BRASIL, 2000).

Cabe às escolas de Ensino Médio contribuir para a formação de jovens críticos e autônomos, entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis. Para acolher as juventudes, as escolas devem proporcionar experiências e processos intencionais que lhes garantam as aprendizagens necessárias e promover situações nas quais o respeito à pessoa humana e aos seus direitos sejam permanentes (BRASIL, 2018).

O ser humano, na luta pela sua sobrevivência, sempre teve a necessidade de conhecer, entender e utilizar o mundo que o cerca. Nesse processo, obteve alimentos por coleta de vegetais, caça e pesca; descobriu abrigos, protegendo-se contra animais e intempéries; descobriu a força dos ventos e das águas, o fogo e a periodicidade do clima nas estações do ano. A necessidade de utilização sistemática dessas descobertas fez com que o ser humano passasse para outro estágio de desenvolvimento, decorrente da invenção de processos de produção e de controle daquelas descobertas, como produção e manutenção do fogo, invenção da irrigação, invenção da agricultura e da criação de animais, produção de ferramentas, invenção da metalurgia, cerâmica, tecidos. Assim, das raízes históricas ao seu processo de afirmação como conhecimento sistematizado, isto é, como ciência, a Química tornou-se um dos meios de interpretação e utilização do mundo físico (BRASIL, 2000).

Em lugar de pretender que os jovens apenas aprendam o que já sabemos, o mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais. Desse modo, a escola os convoca a assumir responsabilidades para equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores, valorizando o esforço dos que os precederam e abrindo-se criativamente para o novo (BRASIL, 2018).

Nesse contexto, para atender às necessidades de formação geral indispensáveis ao exercício da cidadania e responder à diversidade de expectativas dos jovens quanto à sua formação, torna-se imprescindível reinterpretar, à luz das diversas realidades do Brasil, as finalidades do Ensino Médio estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Art. 35), (BRASIL, 2018).

Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável

ajudará o estudante e o professor a terem a necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como “verdade absoluta” (BRASIL, 2000).

Os conhecimentos difundidos no ensino da Química permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação (BRASIL, 2000).

Enfim, as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (BRASIL, 2000).

Diferentes realidades educacionais e sociais pressupõem diversas percepções desses conhecimentos químicos e diversas propostas de ação pedagógica. Utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se reconstruir os conhecimentos químicos que permitiriam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência (BRASIL, 2000).

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente (BRASIL, 2018).

As habilidades e competências que devem ser promovidas no ensino de Química devem estar estreitamente vinculadas aos conteúdos a serem desenvolvidos, sendo parte indissociável desses conteúdos, e devem ser concretizadas a partir dos diferentes temas propostos para o estudo da Química, em níveis de aprofundamento compatíveis com o assunto tratado e com o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Essas habilidades e

competências estão sintetizadas em tabela apresentada abaixo. Para que se possa ter uma visão mais específica, apresenta-se a metalurgia como um exemplo de abordagem de temas, objetivando o desenvolvimento das competências e habilidades que levam ao fio condutor proposto. Pode-se, no primeiro momento, focalizar o problema da mineração e metalurgia do ferro no Brasil, visando ao desenvolvimento das competências e habilidades dentro do campo da percepção sócio-cultural e histórica (BRASIL, 2000).

A metalurgia pode ainda ser examinada no contexto de um estudo mais amplo da litosfera. Assim, estudam-se fontes naturais de minérios dos quais se extraem os diferentes metais, os processos químicos envolvidos nessas transformações, as implicações sociais, econômicas e ambientais decorrentes da obtenção e do uso desses metais. Esses estudos deverão ser estruturados de tal forma a permitir o desenvolvimento das competências e habilidades nos três campos (representação e comunicação, compreensão e investigação e percepção social e histórica) propostos neste documento (BRASIL, 2000).

Os sistemas de ensino e as escolas devem construir seus currículos e suas propostas pedagógicas, considerando as características de sua região, as culturas locais, as necessidades de formação e as demandas e aspirações dos estudantes (BRASIL, 2018).

Nunca se deve perder de vista que o ensino de Química visa a contribuir para a formação da cidadania e, dessa forma, deve permitir o desenvolvimento de conhecimentos e valores que possam servir de instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo. Consegue-se isso mais efetivamente ao se contextualizar o aprendizado, o que pode ser feito com exemplos mais gerais, universais, ou com exemplos de relevância mais local, regional. (BRASIL, 2000).

Segundo Mortimer e Santos (1999) para alcançar o objetivo de formação para o exercício da cidadania, torna-se essencial discutir as dimensões sociais, ambientais, tecnológicas, políticas, éticas e econômicas do conhecimento científico no ensino médio. Tal enfoque permite o desenvolvimento de

conhecimentos que são fundamentais para o cidadão, bem como possibilita ao aluno a participação em atividades em que ele é estimulado a tomar decisões. Isto porque o aluno passa a discutir questões diretamente relacionadas às implicações sociais da ciência e da tecnologia, como as de poluição, de consumo de produtos químicos, de fontes de energia, de saúde etc. Tais temas envolvem questões multidisciplinares e a discussão de suas possíveis soluções depende da análise de custos e benefícios em relação aos seus aspectos ambientais, econômicos, éticos, sociais e políticos. Portanto, relacionar a ciência às questões sociais é permitir o desenvolvimento de atitudes e valores vinculados ao próprio cotidiano do aluno.

Cabe aos sistemas e às escolas adotar a organização curricular que melhor responda aos seus contextos e suas condições: áreas, interáreas, componentes, projetos, centros de interesse etc. Independentemente da opção feita, é preciso romper com a centralidade das disciplinas nos currículos e substituí-las por aspectos mais globalizadores e que abranjam a complexidade das relações existentes entre os ramos da ciência no mundo real. Para tanto, podem ser criadas situações de trabalho mais colaborativas, que se organizem com base nos interesses dos estudantes e favoreçam seu protagonismo (BRASIL, 2018).

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como objeto de estudo propor um produto educacional, constituído de uma sequência didática com a temática mineração. Para a elaboração do produto educacional, inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre fatos históricos da cidade de Caeté e coletado dados no jornal local – Jornal Opinião- sobre a mineração na região do município, assim como dos aspectos químicos, socioculturais e ambientais envolvidos nos processos. A proposta da sequência didática foi estruturada e a sua aplicação adaptada às condições da escola e da turma escolhida. Algumas etapas da sequência didática foram aplicadas em um teste piloto. A aplicação foi realizada pela própria professora da turma, pesquisadora executora e autora do trabalho. A expectativa era de que tratando-se de um processo dinâmico, no decorrer da aplicação seriam feitos ajustes conforme a demanda e as

alterações no calendário da escola. As impressões coletadas pela professora durante a aplicação da sequência seriam registradas em um diário de bordo. No entanto, a interrupção das aulas presenciais no estado de Minas Gerais devido à pandemia da COVID-19 e a retomada das aulas através do ensino remoto, com uma programação determinada e controlada pela Secretária de Educação de Minas Gerais, impediram a continuidade da aplicação da sequência didática. Tal orientação é resguardada pelo Comitê Extraordinário Covid-19 (MINAS GERAIS, 2020).

Na composição da sequência estão incluídas atividades didáticas que seriam analisadas a fim de verificar a ocorrência de aprendizagem dos conceitos trabalhados. Trata-se, pois, de uma pesquisa de natureza qualitativa, com ênfase no processo e que visa estudar as relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes (GODOY, 1995).

Segundo Zabala (1998) as sequências didáticas são compostas por um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

A sequência didática desenvolvida está prevista para ser realizada em nove momentos e aplicada em turmas primeiro ano do Ensino médio. Os momentos da sequência didática estão representados na Tabela 01.

Tabela 01: Descrição da sequência didática

Momentos	Descrição da atividade
Primeiro	Abordagem dos conceitos relacionados à mineração como metais, mineral, minério e rochas através de aula expositiva dialogada.
Segundo	Confecção de cartazes pelos alunos com os conceitos relacionados à Mineração e apresentação para a turma.
Terceiro	Apresentação de vídeos para a reflexão sobre os impactos provocados pela mineração e coleta de dados sobre a opinião dos alunos a respeito da Mineração.
Quarto	Visita a Litoteca do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).
Quinto	Leitura e interpretação do texto Beneficiamento de Minério
Sexto	Leitura e interpretação do texto: METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE (SANTOS e MOL, 2013, p.269-270) e aplicação de um questionário sobre o texto.
Sétimo	Aula prática: Oxidação de metais.
Oitavo	Aula prática: Extraíndo ferro de cereais matinais.
Nono	Aplicação de uma atividade avaliativa para os alunos com questões de vestibulares e ENEM que abordam conceitos como metais, mineração, oxidação dos metais e suas propriedades.

Além do diário de bordo com as impressões da professora e as produções textuais dos alunos, os espaços visitados seriam também fotografados. Após a aplicação da sequência didática os dados coletados seriam categorizados e seria feita a análise de conteúdo segundo Bardin (2012).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um teste prévio com algumas etapas da sequência didática proposta neste trabalho foi aplicado em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, composta por 41 alunos de uma escola pública localizada na cidade de Caeté.

- Primeiro momento

O primeiro momento da sequência didática foi a apresentação da proposta da pesquisa e de conceitos relacionados à Mineração como metais, mineral,

minério e rochas através de uma aula expositiva dialogada. Após esse momento os alunos foram divididos em grupos de cinco alunos, sendo que cada grupo ficou responsável por realizar uma pesquisa em casa a respeito do conceito, o qual foi sorteado pela professora e destinado a eles.

- Segundo momento

No segundo momento da sequência didática os alunos se organizaram em grupos, confeccionaram os cartazes utilizando a pesquisa e as ilustrações previamente solicitadas e logo após apresentaram para a turma o trabalho realizado. Após todos os grupos apresentarem os trabalhos produzidos, os mesmos foram afixados nos corredores da escola e na sala de aula (Figuras 05,06,07,08 e 09).



Figura 05: Cartaz sobre Metais
Fonte: autora

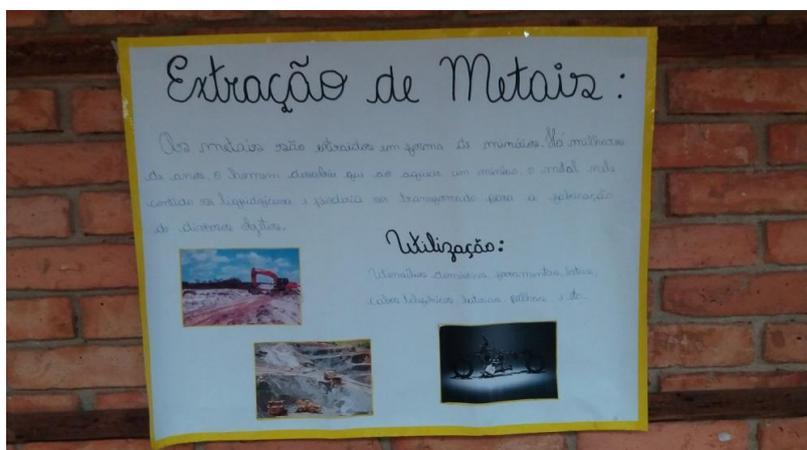


Figura 06: Cartaz sobre Extração de Metais
Fonte: autora



Figura 07: Cartaz sobre Minerais
Fonte: autora

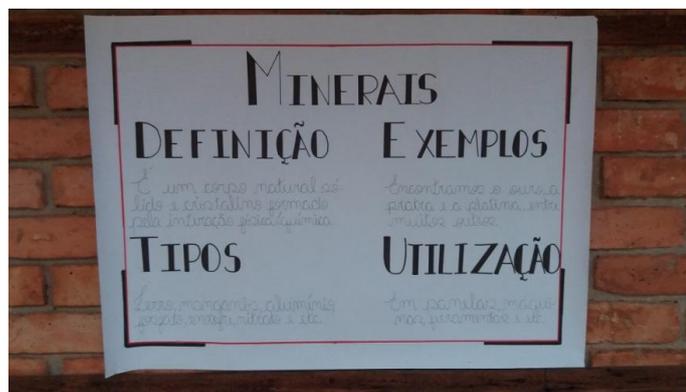


Figura 08: Cartaz Minerais: definição, exemplos, tipos e utilização
Fonte: autora

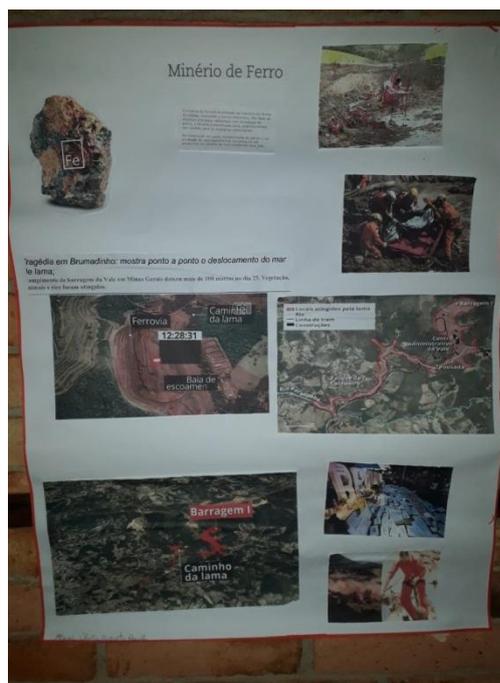


Figura 09: Cartaz Minério de Ferro
Fonte: autora

- Terceiro momento

O terceiro momento da sequência didática proposta foi à apresentação de quatro vídeos para reflexão sobre os impactos provocados pela mineração. Dois dos vídeos apresentados são da Mineradora Vale do Rio Doce os quais possuem o lema “Evoluir é o melhor caminho, sempre.” São vídeos que mostram a presença e a importância de alguns minérios produzidos pela mineradora em histórias emocionantes de algumas pessoas. Os outros dois vídeos são da Produtora Filadélfia, a qual criou uma campanha com a atriz Mariana Ximenes afirmando a importância de não deixar um dos maiores desastres ambientais do Brasil, o rompimento da barragem de rejeitos na cidade de Mariana/MG, ser esquecido.

Após a apresentação dos vídeos para os alunos foi realizado um debate sobre a importância da Mineração, onde os alunos relataram as suas opiniões. Depois foi proposto aos alunos que escrevessem em uma folha de papel sem identificação, a opinião deles a respeito da atuação e da importância da Mineração.

No dia da apresentação dos vídeos estavam presentes 33 alunos, sendo que 12 alunos (34,28%) relataram que são a favor da atuação da Mineração, 12 alunos (34,28%) são contra e 11 alunos (31,44%) não definiram nem contra e nem a favor, estes dados estão apresentados na Tabela 2. Os alunos que se manifestaram a favor da atuação da Mineração, justificaram suas opiniões relatando que esse é um setor que gera empregos e gera renda para o município. E os alunos que se manifestaram contra a atuação da Mineração, justificaram suas opiniões relatando que esse é um setor que causa prejuízos ambientais, não reflorestam as áreas que devastam, que podem gerar acidentes e podem destruir patrimônios culturais.

Tabela 02: Opinião dos alunos referente à atuação e da importância da Mineração.

Fonte: autora

Opinião dos alunos	A favor	Contra	Nem contra, nem a favor
Número de alunos	12 alunos	12 alunos	11 alunos
Porcentagem %	34,28%	34,28%	31,44%

Relatos de alguns alunos sobre a atuação e sobre a importância da Mineração.

Aluno A

“Eu sou a favor da mineração caso a empresa se responsabilize pelos danos causados, investindo na restauração do local. A mineração em si causa impactos positivos na sociedade, mas a exploração tem que ser regrada e é preciso ter a consciência de quando parar.”

Aluno B

“Não sou a favor, nem contra, pois a mineração tem seus pontos bons e ruins, tanto a cidade e a empresa precisam. Ela gera empregos, renda para as cidades, mas também causa prejuízos como os de Bento Rodrigues (Mariana) e o de Córrego do Feijão (Brumadinho). ”

Aluno C

“Eu sou contra a mineração. Por mais que ela traga emprego para a cidade os danos causados por uma tragédia são bem maiores. As empresas de mineração só estão pensando nos fins lucrativos, e esquecem de pensar no bem das pessoas. Acaba que os custos com uma tragédia são bem maiores que um método de mineração segura. Destruir cidades, inúmeras mortes, famílias desoladas, destruir o ambiente. Que preço tem isso? Até quando a vida das pessoas vão ser cartas nas mãos dos grandes empresários. Somos vidas.”

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de partida do presente trabalho foi um dos maiores desastres ambientais da história, o rompimento da barragem de rejeitos na cidade de Brumadinho/MG. A importância social, ambiental e econômica da atividade mineradora e os seus reflexos, foram as motivações para a elaboração da sequência didática com a temática Mineração.

Elaborei a sequência didática com o objetivo de levar aos alunos, conhecimentos e práticas pedagógicas para ampliarem suas capacidades de aprendizagem tornando-os capazes de interagir com criticidade sobre os efeitos da mineração, visto que nosso município possui uma riqueza mineral e muitas vezes estamos envolvidos em eventos relacionados a estas riquezas.

Durante a aplicação teste de algumas aulas da sequência didática foi possível verificar o interesse dos alunos pelo tema, pois no dia a dia do município a mineração gera empregos direta e indiretamente e impacta as famílias e a comunidade como um todo. Foi gratificante verificar o envolvimento dos alunos para a confecção dos materiais e a capacidade de interagir trazendo vivências pessoais adquiridas no meio familiar e assim juntos fomos construindo saberes pautados no conhecimento científico e nas experiências vivenciadas pelos alunos. Muitos alunos expressaram suas opiniões com clareza e conhecimento sobre os benefícios e os impactos causados pela mineração.

Após as aulas lecionadas ficou evidente que os alunos responderam positivamente a proposta do trabalho e serão capazes de atuarem de forma ativa na comunidade e no mundo utilizando os saberes adquiridos sendo cidadãos críticos, participativos, conscientes e capacitados para mudar a realidade perversa da atuação da mineração que tomou conta do nosso estado trazendo tragédias incalculáveis emocionalmente e ambientalmente.

Este trabalho é apenas um despertar para uma construção de práticas pedagógicas que envolvam a comunidade, a escola, as empresas, as famílias as autoridades buscando uma aprendizagem significativa atraindo os alunos em busca de uma sociedade equilibrada respeitando a vida, a cultura e o bem-estar de todos. No mundo atual torna-se imprescindível que as disciplinas atuam de forma transdisciplinar formando educandos conscientes. Como educadora manifesto meu desejo e perspectivas futuras do trabalho desenvolvido como aliado a educação e a vivência dos alunos para juntos construirmos um futuro melhor e promissor.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Salvador Luiz de; FIGUEIRA, Hedda Vargas O.; LUZ, Adão Benvindo. Britagem e Moagem. Capítulo 04, p.143 - 210. In: FRANÇA, Silvia Cristina Alves; LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

ARAÚJO, Eliane Rocha; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais**. Centro de Tecnologia Mineral/ CICP, cap 02, p. 65-68, Rio de Janeiro, 2016.

BAZZAN, Alessandro Callai; DRIEMEYER, Patricia Rosink; LAUXEN, Marla T.C.; MALDANER, Otavio Aloisio; PRADO, Mauro Cesaro; ZANON, Lenir Basso. Currículo Contextualizado na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias: a Situação do Estudo. In: MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso.(org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2010.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Ed. 70, 2012.

BARROS, Juliana Neves. **Especialização em Mineração e Meio Ambiente - Legislação ambiental aplicada à mineração**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia /UFRB, Cruz das Almas, Bahia, 2017

BEJARANO, Nelson Rui Ribas; SILVA, Erivanildo Lopes; WARTHA, Edson José. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p.84-91, Maio ,2013.

BORUCHOVITCH, Evely; GUIMARAES, Sueli Édi Rufini. O estilo motivacional do professor e a motivação Intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Psicologia Reflexão e Crítica**, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004.

BRASIL. Código de Mineração. **Código de Mineração e legislação correlata**. 2ªedição – Senado Federal, Subsecretaria de Edificações Técnicas – Coleção ambiental, v.2, Brasília, 2011

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio) – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. **Bases Nacional Comum Curricular** (Ensino Médio), 2018.

CAETÉ, Câmara Municipal de Caeté, **Caeté em Revista**, Edição Especial 2017

COWELL, Sarah Jane.; WEHRMEYER, Walter; ARGUST, Peter William; ROBERTSON, J. Graham. Sustainability and the primary extraction industries: theories and practice. **Resources Policy**, v.25, n.4, p. 277-286. 1999.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Phillip. Construindo conhecimento na sala de aula. **Química Nova na Escola**. n.9, p. 31- 40, 1999.

DUARTE, Hélio Anderson. Ferro – um elemento químico estratégico que permeia história, economia e sociedade. **Química Nova**, v.42, n.10, p.1146-1153, agosto, 2019

EL-HANI, Charbel Nino; BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. **Revista Ensaio**, v. 4, n.1, p. 1-25, julho, 2002.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e Meio ambiente no Brasil**. Relatório Preparado para o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), outubro, 2002

FELTRE, Ricardo. **Química** - Físico - Química, 6. ed, São Paulo: Moderna. v. 02, p.324, 2004.

FONSECA, Marco Antônio; SOBREIRA, Frederico Garcia. Impactos físicos e sociais de antigas atividades de mineração em Ouro Preto. **Revista Geotecnia**, v. 92, p. 5-28, 2001.

FREITAS, Osvaldo; IZUMI, Clarice; MACHADO, Alexandre Alves. Bases Moleculares da absorção do ferro. *Revista Alimentos e Nutrição Araraquara*. V.16,n. 3.,p. 293-298, Jul./Set.,2005.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan Güntzel. Aprender Química: Promovendo Excursões em Discurso da Química. In: MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. (org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí, Unijuí, 2010.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. v. 35, n.3, p, 20-29, Mai. /Jun. 1995.

KASSEBOEHMER, Ana Cláudio, SEVERO, Ivan R. M. Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores. **Química Nova na Escola**, v. 39, n.1, p. 75-82, Fevereiro, 2017.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Bárbara. **Manual de Ciências dos Minerais**, 23ª edição, Tradução e revisão técnica: Rualdo Menegat, Porto Alegre, Bookman, Nova York, 2012.

LEAL, Murilo Cruz. **Didática de Química** – fundamentos e práticas para o Ensino Médio. Belo Horizonte, 2009.

LIMA, José Ossian Gadelha. Perspectiva de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, nº136, p.95-101, Setembro, 2012.

LINS, Fernando Antônio Freitas; LUZ, Adão Benvindo. Introdução ao tratamento de Minérios. Capítulo 01, p.03-18. In: FRANÇA, Silvia Cristina Alves; LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano. In: MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. (org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí, Unijuí 2010.

MACHADO, Maria Márcia Magela; RUCHKYS, Úrsula Azevedo. **Patrimônio geológico e mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais** –

Caracterização e iniciativas de uso para educação e geoturismo. Boletim Paranaense de Geociências, v.70, p.120-135, 2013.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; MILARÉ, Thatiane; REZENDE, Daisy de Brito. Discutindo a Química do Ensino Fundamental através de um caderno escolar de Ciências no Nono Ano. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p. 231-240, Agosto 2014.

_____; PEIXOTO, Hebe Ribeiro da Cruz. Interações e Transformações químicas para o Ensino Médio: uma contribuição para melhoria do Ensino. In: MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. (org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2010.

_____; SILVA, Erivanildo Lopes. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos, **Revista Ensaio**, v.12, n.01, p.110-118, jan/abril, Belo Horizonte, 2010.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. Impactos ambientais na mineração no Estado de São Paulo. **Revista Estudo Avançado /USP** – v.24,n.68,p.209-220,2010.

MEDEIROS, Miguel de Araújo. Ferro. **Química Nova na Escola**, v.32, n.3, p. 208-209, 2010.

MOL, Gerson de Souza; SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; **Química Cidadã**. volume 03. 2ª edição. São Paulo: editora AJS, 2013, p. 269-270.

NASCIMENTO, Christine Rabello; POSSA, Mario Valente. Reologia no Tratamento de minério. Capítulo 14, p. 597-632. In: FRANÇA, Sílvia Cristina Alves; LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

OLIVEIRA, Cristiane; RUBIO, Jorge; SILVA, Renato. Aspectos ambientais nos setores Mineiro e Metalúrgico. Capítulo 17, p.753 - 787. In: FRANÇA, Sílvia Cristina Alves; LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. 24.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010.

REZENDE, Vanessa Leite. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza**, v. 28, n. 3, p. 375-384, Uberlândia, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira, MORTIMER, Eduardo Fleury. A Dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão de professores. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências**, 2. Valinhos, São Paulo, 1999.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n. 8, pg.1-13, novembro 2007.

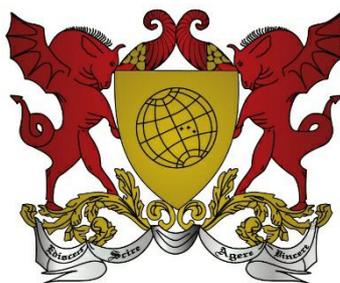
SOARES, Lindolfo. Barragem de rejeitos. Capítulo 19, p.831-888. In: FRANÇA, Silvia Cristina Alves; LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

TRINDADE, Wallace, VIEIRA, Roger Alves. O centro histórico de Caeté/MG: entre a preservação e a modernização (1967-1971). **Revista do Curso de História da Estácio BH** ISSN 23170174. n.11, Belo Horizonte, 2018.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar** ; trad.Ernani F. da F. Rosa, ed. ArtMed, cap.01 e 18,Porto Alegre,1998.

APÊNDICE

PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEMA: MINERAÇÃO



Lelise Francisca da Silva Fidelis

Regina Simplício Carvalho
Orientadora

LELISE FRANCISCA DA SILVA FIDELIS

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: MINERAÇÃO

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) - Polo - Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Orientadora: Regina Simplício Carvalho

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

2020

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Caro (a) colega professor (a)

O material aqui apresentado é o resultado de uma pesquisa realizada no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, da Universidade Federal de Viçosa / Departamento de Química, desenvolvido por mim, professora-pesquisadora, sob orientação da Professora Regina Simplício Carvalho/DEQ/UFV.

Este produto educacional é composto de uma sequência didática, com a temática Mineração, visando o ensino de Química com abordagem CTS. Uma prévia do produto foi aplicada em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio da Educação Básica, e teve como principal foco desenvolver uma aprendizagem significativa e relacionar a vivência dos alunos com a temática proposta. A importância e os reflexos sociais, econômicos e ambientais da atividade mineradora para a sociedade e em especial para a comunidade de Caeté/MG, foram abordados.

O material associa o conteúdo proposto com as práticas escolares e sociais, por meio de atividades como trabalhos em grupos, sala de aula invertida, visitas em espaços não formais de educação, aulas práticas e atividades avaliativas, entre outras, com o objetivo de promover uma alfabetização científica e sociocultural.

Espera-se que este produto educacional possa contribuir para desenvolver uma visão crítica dos alunos sobre a atuação da atividade mineradora no âmbito local, regional, nacional e mundial, e sobre as questões ambientais relacionadas a mesma.

Um abraço,

Lelise Francisca da Silva Fidelis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	02
1.1 Objetivos e etapas da sequência didática	03
1.1.1 Objetivo geral	03
1.1.2 Objetivos específicos	03
1.2 Conceitos desenvolvidos	03
1.3 Composição da sequência didática	04
1.4 Recursos didáticos	05
1.5 Avaliação	06
AULA 01	07
Texto	11
AULA 02	13
AULA 03	15
AULA 04	18
Relatório da Visita Técnica	21
AULA 05	22
Texto	23
AULA 06	26
Texto	28
Atividade Avaliativa	30
AULA 07	31
Texto	33
Questões propostas	35
AULA 08	36
Texto	37
Questões Propostas	40
Aula 09	41
Atividade Avaliativa	42
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 Introdução

A maior parte do conhecimento que os alunos disponibilizam em sala de aula provém de seu cotidiano. Os significados anteriormente elaborados têm estreita relação com os grupos sociais os quais convivem no seu dia a dia. Por isso, aceitando-se o aprender como reconstrução, é essencial aceitar que as aprendizagens propostas tenham seu ponto de partida no cotidiano (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Numa sala de aula em que se pretenda operar nas teorias socioculturais, o conhecimento do senso comum não é entendido como conhecimento inferior, mas é assumido como ponto de partida para a elaboração de conhecimentos científicos. A apropriação do discurso da Química encaminha, no mesmo processo, a constituição do sujeito alfabetizado cientificamente e a participação desse mesmo sujeito nas transformações sociais e nas realidades em que este se envolve. O domínio de uma outra linguagem, a apropriação de outro discurso, o discurso químico, amplia a realidade do sujeito, criando novas possibilidades de participação para quem aprende efetivamente Química (GALIAZZI; MORAES; RAMOS, 2010).

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

Portanto a sequência Didática com a temática Mineração visa relacionar a vivência dos alunos com o contexto da sala de aula, fazendo relações com a prática e a teoria, abordando conceitos na área de Ciências da Natureza, trabalhando a interdisciplinaridade trazendo reflexões sobre as questões ambientais, sociais e culturais.

1.1 Objetivos da sequência didática

Tema: Mineração

1.1.1 Objetivo Geral:

Esta sequência didática com abordagem CTS, visa promover um ensino de química contextualizado e interdisciplinar, entre a Química, a História, a Biologia e a Geografia, abordando conteúdos sobre a Mineração, contexto histórico da cidade de Caeté, sua participação no ciclo do ouro e a atuação da mineração na cidade, temas ambientais relacionados à atividade mineradora na cidade, a importância do ferro para a sociedade e na alimentação.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Desenvolver uma visão crítica nos alunos sobre a atuação da mineração na cidade de Caeté e sobre as questões ambientais relacionadas a essa atividade.
- ✓ Trabalhar a interdisciplinaridade com os conteúdos de História, Biologia e Geografia.
- ✓ Diferenciar conceitos relacionados à Mineração como minério, metais, minerais e rochas.
- ✓ Utilizar artigos científicos e textos de livros didáticos sobre a temática associados à metodologias que promovam o desenvolvimento das habilidades e a interação entre os alunos e com os conteúdos abordados.
- ✓ Aplicar uma atividade avaliativa com questões de vestibular e Enem que abordam conceitos como metais, mineração, oxidação dos metais e suas propriedades.

1.2 Conceitos desenvolvidos

- ✓ Mineração: conceitos relacionados à mineração e sua importância histórica, econômica e ambiental.
- ✓ Metais: suas propriedades e sua importância para a sociedade.

- ✓ Elemento químico ferro: propriedades e sua importância na alimentação, suas necessidades e as consequências de sua deficiência no organismo.

1.3 Composição da sequência didática

Esta sequência é composta por 09 aulas, além de pesquisas e atividades extraclasse a serem realizadas pelos alunos.

Aulas

Aula 01 - Abordagem dos conceitos relacionados à mineração como metais, mineral, minério e rochas.

Aula 02 - Confecção de cartazes com os conceitos relacionados à Mineração e apresentação para a turma.

Aula 03 - Apresentação de vídeos para a reflexão dos alunos sobre os impactos provocados pela mineração

- Coleta de dados sobre a opinião dos alunos a respeito da Mineração.

Aula 04 - Visita a Litoteca do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

Aula 05 - Leitura e interpretação do texto Beneficiamento de Minério. Confecção de fluxograma.

Aula 06 – Leitura e interpretação do texto: METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE (disponível no livro Química Cidadã, de Widson Santos e Gerson Mol - volume 03) e aplicação de um questionário sobre o texto.

Aula 07 – Aula prática: Oxidação de metais.

Aula 08 - Aula prática: Extraíndo ferro de cereais matinais

Aula 09 - Aplicação de uma atividade avaliativa para os alunos com questões de vestibulares e ENEM que abordam conceitos como metais, mineração, oxidação dos metais e suas propriedades.

1.4 Recursos didáticos

- ✓ Recursos audiovisuais: vídeos sobre a atuação da Mineração no estado de Minas Gerais e sobre a Importância do ferro (Fe) na alimentação.
- ✓ Textos sobre o conteúdo abordado.
- ✓ Questões de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).
- ✓ Atividades para verificação de aprendizagem dos alunos.
- ✓ Materiais e equipamentos de laboratório.

1.5 Avaliação

- ✓ Participação dos alunos durante as aulas e durante a realização das atividades propostas.
- ✓ Apreciação dos cartazes confeccionados pelos alunos, dos relatórios das aulas práticas e dos questionários aplicados.
- ✓ Verificação da aprendizagem dos alunos através de Atividade Avaliativa proposta com questões de vestibulares e do ENEM.

AULA 01

Apresentação da proposta da pesquisa, abordagem do tema Mineração e distribuição dos conceitos a serem trabalhados

De acordo com Galiazzi, Moraes e Ramos (2010), o movimento do pensamento de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica é um dos modos de tornar mais complexo os pensamentos e os conhecimentos. Portanto aprender Química é reconstruir conhecimentos do cotidiano aproximando-os dos conhecimentos aceitos nesta área. É importante que todos os cidadãos tenham um domínio da linguagem científica e, dentro dela, do discurso da Química. Trabalhar com os alunos o tema Mineração de forma contextualizada é fazer com que o aluno interage com o seu cotidiano, uma vez que essa atividade tem suma importância na vida de todos os indivíduos.

Nesta aula, primeiro momento da sequência didática, é feita a apresentação da proposta da pesquisa relacionando-a com a importância da atividade mineradora para a região, em nosso caso, e para a sociedade. Por meio de uma conversa informal apresentou-se aos alunos fatos abordados em jornais e na mídia em geral, sobre os desastres ambientais provocados pela Mineração. Os fatos mencionados foram a retomada da exploração de minério de ferro na Serra da Piedade localizada em Caeté/MG, o impacto dessa exploração para a economia da cidade, para a sociedade e principalmente para o meio ambiente, sendo que a região é considerada um conjunto Cultural, Arquitetônico, Paisagístico e Natural. A região possui um acervo religioso, valorado por muitos fiéis católicos, o santuário da Padroeira de Minas Gerais. Os rompimentos das barragens de Mariana/MG e de Brumadinho/MG e os impactos, tanto ambientais quanto econômicos e sociais para a região, foram abordados. A seguir estão apresentados os recortes de jornais apresentados e discutidos.



Figura 01: Recorte de reportagem do Jornal Opinião - Extração irregular de minério na Serra
 Fonte: ALMEIDA, G. J. Opinião Caeté. Disponível em: <http://www.opiniaocaete.com.br/crbst_15.html>.
 Acesso em: 16 de outubro de 2019



Figura 02: Recorte de reportagem do Jornal Opinião Demissões na mineração afeta economia de Caeté
 Fonte: ALMEIDA, G. J. Opinião Caeté. Disponível em: <http://www.opiniaocaete.com.br/crbst_15.html>..
 Acesso em: 16 de Outubro de 2019



Figura 03: Recorte de reportagem do Jornal Opinião – Mineração ameaça abastecimento de água na Serra da Piedade
 Fonte: ALMEIDA, G. J. Opinião Caeté. Disponível em: <http://www.opiniaocaete.com.br/crbst_15.html>.
 Acesso em: 16 de Outubro de 2019



Figura 04: Recorte de reportagem do Jornal Opinião – Empresa é autorizada a minerar na Serra

Fonte : ALMEIDA, G. J. Opinião Caeté. Disponível em:

<http://www.opiniaocaete.com.br/crbst_15.html>. Acesso em: 16 de Outubro de 2019



Figura 05: Recorte de reportagem do Jornal Opinião – Mineração de olho na Serra da Piedade

Fonte : ALMEIDA, G. J. Opinião Caeté. Disponível em:

<http://www.opiniaocaete.com.br/crbst_15.html>. Acesso em: 16 de Outubro de 2019

Os alunos participaram da conversa trazendo experiências e opiniões a respeito do tema Mineração. Após esse momento a professora questionou aos alunos se eles compreendiam a diferença entre metais, mineral, minério e rocha e os conceitos foram explicados. Em seguida os alunos foram orientados a fazer a pesquisa sobre os conceitos em livros didáticos, revistas e na internet para a confecção e apresentação de cartazes em grupo na aula seguinte. Os grupos eram compostos por cinco integrantes.

Descubra a diferença entre minério, metal, minerais e rochas¹

O que diferencia um minério de um mineral? Todo metal é minério? O minério é uma rocha? Por vezes, podem surgir algumas dúvidas quanto à mineração, principalmente pela complexidade do tema. Afinal, o minério é vendido diretamente para outras empresas e chega ao consumidor já no produto final, como celulares, computadores e carros. Neste texto, explicamos a diferença entre quatro termos relacionados à mineração que podem ser facilmente confundidos.



Figura 06: Diferença entre minério, metal, minerais e rochas

Fonte: <https://portaldaminerao.com.br/descubra-diferenca-entre-minerio-metal-minerais-e-rochas/>

Minerais

Mineral é um corpo natural sólido e cristalino formado em resultado da interação de processos físico-químicos em ambientes geológicos. Cada mineral é classificado e denominado não apenas com base na sua composição química, mas também na estrutura cristalina dos materiais que o compõem. Para descobrir a composição de um mineral, é feita uma análise química e física, que determina as proporções relativas dos diferentes elementos químicos daquele mineral e a sua estrutura cristalina. Exemplos: quartzo, pirita, hematita etc.

¹ Texto compilado de: <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/descubra-diferenca-entre-minerio-metal-minerais-rochas.aspx>. Acesso em: 02/04/2019

Rocha

As rochas são agregados de um ou mais minerais. Desta forma, pode-se afirmar que todas as rochas são constituídas de minerais. É possível descobrir do que elas são feitas por meio da análise de sua composição química ou da composição mineralógica. Essa última expressa as diferentes proporções dos minerais que constituem a rocha.

Minério

É um agregado de minerais rico em um determinado mineral ou elemento químico que é economicamente e tecnologicamente viável para extração (mineração). O cobre, por exemplo, acontece naturalmente em alguns tipos de rochas, mas só é possível tornar-se um minério quando se concentra em quantidades elevadas e é possível de ser extraído da natureza.

Metais

São elementos extraídos de alguns minérios encontrados em solos e rochas – o ferro e o cobre são recolhidos dos minérios já na forma adequada para serem utilizados; o aço e o bronze, por outro lado, precisam ser associados a outras substâncias. Os metais podem ser separados em dois grupos: os ferrosos (compostos por ferro), como ferro e aço, e os não-ferrosos, como alumínio, cobre e metais pesados (chumbo, níquel, zinco e mercúrio).

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, G. J. Opinião Caeté.

Disponível em: <http://www.opiniaocaete.com.br/crbst_15.html>. Acesso em: 2019 Outubro 16

<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/descubra-diferenca-entre-minerio-metal-minerais-rochas.aspx> Acesso em: 02/04/2019

→ Sugestões

Como sugestão, deixamos a possibilidade de ser realizado um trabalho em grupo com os alunos. O professor apresentaria um texto abordando os temas relacionados à mineração, e este seria dividido por temas sendo que cada grupo receberia uma parte do texto para ser interpretado e analisado. A sala poderia ser dividida em grupos de no máximo cinco alunos, sendo que adaptações podem ser necessárias conforme o número de alunos na turma. Após esse momento de interpretação e análise dos temas pelos grupos, pode ser realizada uma mesa redonda para discussão e apreciação dos conceitos e do tema abordado.

Outra sugestão de atividade seria o professor apresentar aos alunos imagens relacionadas aos temas abordados e fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos como reações de oxirredução, ferro, ferrugem, barragem de rejeitos, mineração e assim introduzir os conceitos.

A aplicação de um questionário de sondagem de aprendizagem seria outra sugestão para analisar o conhecimento prévio dos alunos a respeito da temática Mineração, trazendo resultados quantitativos e qualitativos.

Questionário de sondagem de aprendizagem

1 – Você é a favor da atuação da Mineração no seu município?

() Sim Por quê? _____

() Não

2 – Você se preocupa com a atividade mineradora no seu município?

() Sim Por quê? _____

() Não

3 - Você já estudou algo sobre Mineração?

() Sim Cite _____

() Não

() Não me lembro

4 – Você acha que a atividade mineradora afeta o meio ambiente?

() Sim Por quê? _____

() Não

5 – Qual o seu grau de conhecimento a respeito de (a/o)?

a) Mineração () Muito Bom () Bom () Razoável () Nenhum

b) Minério () Muito Bom () Bom () Razoável () Nenhum

c) Metais () Muito Bom () Bom () Razoável () Nenhum

d) Minerais () Muito Bom () Bom () Razoável () Nenhum

e) Rochas () Muito Bom () Bom () Razoável () Nenhum

f) Ferro () Muito Bom () Bom () Razoável () Nenhum

AULA 02

Confecção dos cartazes pelos alunos e apresentação dos trabalhos para a turma

Se pararmos para recordar as situações nas quais adquirimos conhecimento, facilmente perceberemos que grande parte delas envolve outras pessoas, como familiares ou amigos. Ao percebermos isso, possivelmente concordaremos com a relevância da frase “não se aprende sozinho” (FATARELI et al., 2010, p. 161).

Segundo Cortella (1999 apud FATARELI et al., 2010) é pela mediação e interação com o outro que o conhecimento é produzido. Para o autor, nesse processo, o conhecimento é a relação na qual intervêm o sujeito e o objeto, não estando a verdade nem no sujeito nem no objeto, mas precisamente na interação entre eles.

Para a realização dessa atividade os grupos compostos por cinco alunos levaram para a sala de aula uma pesquisa sobre os conceitos relacionados à Mineração como **metais**, **mineral**, **minério** e **rochas**, imagens e materiais como cartolinas, canetas esferográficas e cola para a confecção dos cartazes que foram previamente solicitados na aula anterior.

Os alunos se organizaram em grupos, confeccionaram os cartazes e logo após apresentaram para a turma o trabalho realizado. Após os grupos apresentarem os trabalhos produzidos, os cartazes foram afixados nos corredores da escola e na sala de aula.

Nesta aula os integrantes de cada grupo se relacionaram de forma dinâmica, todos estavam atentos e participativos na confecção dos cartazes. Os alunos compartilharam materiais que foram solicitados previamente como canetas esferográficas e colas entre os grupos o que despertou um espírito colaborativo na sala. Após a confecção dos cartazes, cada grupo selecionou dois integrantes que ficaram responsáveis em apresentar o trabalho realizado para

a turma. Durante as apresentações todos os alunos ficaram atentos às explicações.

Referência Bibliográfica

FATARELI, Elton Fabrino; FERREIRA, Jerino Queiroz; FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salete Linhares. Método cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, v.31, n 3, p. 161-168, agosto 2010.

AULA 03

Apresentação de vídeos para a reflexão dos alunos sobre os impactos provocados pela Mineração e coleta de dados sobre a opinião dos alunos a respeito dessa atividade

A contextualização no ensino de Ciências que privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentada em conhecimentos das ciências e tecnologia, é fundamental para desenvolver um ensino que venha a contribuir para a formação de um aluno crítico, atuante e, sempre que possível, transformador de sua realidade desfavorável. (MARCONDES e SILVA, 2010)

O terceiro momento da sequência didática inclui a apresentação de quatro vídeos para estimular a reflexão dos alunos sobre impactos provocados pela mineração. Dois dos vídeos apresentados são da Mineradora Vale do Rio Doce os quais possuem o lema “Evoluir é o melhor caminho, sempre” com duração de 1:46 e 1:53 minutos. Vídeos que mostram a presença e a importância de alguns minérios produzidos pela mineradora em histórias emocionantes de algumas pessoas. Os outros dois vídeos são da Produtora Filadélfia, que trazem uma campanha, com a atriz Mariana Ximenes, afirmando a importância de não deixar um dos maiores desastres ambientais do Brasil, o rompimento da barragem de rejeitos na cidade de Mariana/MG, ser esquecido. Esses vídeos têm duração de 0:49 segundos e 1:03 minuto.



Figura 07: Vídeo da Mineradora Vale do Rio Doce com o lema “Evoluir é o melhor caminho, sempre”

Fonte: <http://www.vale.com/hotsite/PT/Paginas/Inovacao/default.aspx>. Acesso em: 02/10/2019



Figura 08: Vídeo da Mineradora Vale do Rio Doce com o lema “Evoluir é o melhor caminho, sempre”

Fonte: <http://www.vale.com/hotsite/PT/Paginas/Inovacao/default.aspx>. Acesso em: 02/10/2019



Figura 09: Vídeo Não esqueça Mariana

Fonte: <https://youtu.be/tF7dljnySLY> - Acesso em: 02/10/2019



Figura 10: Vídeo Não esqueça Mariana

Fonte: <https://youtu.be/Vy8nUUHJwG4> - Acesso em: 02/10/2019

Nessa aula a exibição dos vídeos tem o objetivo de apresentar aos alunos realidades diferentes em relação à Mineração. Os alunos ao assistirem os vídeos passam a ter opiniões críticas referentes à importância da atividade mineradora para a sociedade e também referente aos grandes impactos ambientais e sócio econômicos provocados e esquecidos pelas mineradoras.

Após a apresentação dos vídeos foi realizado um debate sobre a importância da Mineração, onde os alunos relataram as suas opiniões. Depois foi proposto

aos mesmos que escrevessem em uma folha de papel, sem identificação, a opinião deles a respeito da atuação e da importância da Mineração. A partir das respostas dos alunos foi feito um levantamento da porcentagem de alunos que são a favor, contra e nem contra/nem a favor da atuação da mineração.

→ Sugestões

Os vídeos referentes à mineradora Vale do Rio Doce apresentados para os alunos em 2019, não estão mais disponíveis no site da empresa. Deixo como sugestões outros vídeos que estão disponíveis, no momento no site da Mineradora Vale do Rio Doce e que proporcionam a mesma reflexão dos vídeos utilizados na proposta da sequência didática.



O níquel, o marca-passo e a história da Mayara e do Davih

Disponível em: <https://youtu.be/OrqiYf0hYgU> - Acesso em 28/01/2021



Saiba mais sobre a história do Davih

Clique aqui para assistir

Disponível em: <https://youtu.be/el1dXEqQVtc> - Acesso em 28/01/2021

Referências Bibliográficas

Vídeos disponíveis em:

<https://youtu.be/ORI9IO5dKIo> - Acesso em: 02/10/2019

https://youtu.be/_ayk7SQjKgM - Acesso em: 02/10/2019

<https://youtu.be/tF7dljnySLY> - Acesso em: 02/10/2019

<https://youtu.be/Vy8nUUHJwG4> - Acesso em: 02/10/2019

AULA 04

Visita a Litoteca do Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) é uma empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia e sua missão é gerar e disseminar conhecimento geocientífico com excelência, contribuindo para melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil.

A Rede de Litotecas do CPRM totalizam dez litotecas. As litotecas são abertas à visitação, sendo necessário agendamento prévio. Também é possível obter acesso ao acervo, perante solicitação prévia oficial. O acervo litológico é constituído por testemunhos de sondagem, amostras de rochas, alíquotas geoquímicas, lâminas petrográficas e por materiais de geologia marinha, coletados nas mais diferentes regiões geológicas e geográficas do país. As litotecas da CPRM estão localizadas nos estados de São Paulo, Bahia, Pará, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Rondônia, Piauí, Amazônia, Goiás e Rio Grande do Sul.

A litoteca tem como objetivo a manutenção e organização de materiais/dados geológicos (geocientíficos) com vistas à disseminação da informação via reinterpretação dos materiais/dados armazenados.

As litotecas representam uma importante prova material do trabalho realizado pela CPRM em prol do desenvolvimento econômico e social do país, por meio do conhecimento da sua geodiversidade.

A preservação desse material é uma demonstração de responsabilidade perante o povo brasileiro, que repassou esses recursos, bem como uma contribuição contínua ao conhecimento do nosso território, sendo, portanto, estratégica para a nossa soberania.

Estruturas do prédio da CPRM na cidade de Caeté estão apresentadas nas Figuras 11, 12 e 13.



Figura 11: Prédio do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em Caeté/MG

Fonte: <http://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-inaugura-em-Caete-litoteca-e-laboratorio-de-analises-minerais-4632.html>



Figura 12: Acervo da Litoteca do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em Caeté/MG

Fonte: <http://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-inaugura-em-Caete-litoteca-e-laboratorio-de-analises-minerais-4632.html>



Figura 13: Área de Armazenamento de Material Geológico- Litoteca Regional de Caeté-MG

Fonte: https://www.cprm.gov.br/publique/media/litotecas/regulamento_litotecas.pdf

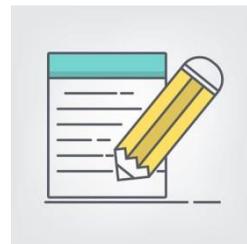
O quarto momento da sequência didática é a realização de uma visita técnica com os alunos à litoteca no Serviço Geológico do Brasil (CPRM) que disponibiliza um rico conjunto de amostragens geológicas, localizado próximo da escola (em torno de 400 metros de distância). Como vários alunos da escola residem em distritos da cidade de Caeté e fazem uso do transporte escolar, a visita deve ocorrer no período da aula (no turno da manhã).

Será solicitado aos alunos um relatório da visita, no qual deverá ser abordado os principais aspectos observados e o que mais despertou interesse durante a visitação.

Relatório da Visita Técnica à Litoteca da CPRM

Aluno: _____

Data da visita: ____/____/20____



Após a realização da visita à Litoteca da CPRM responda as seguintes perguntas:

1) O que é uma Litoteca?

2) Descreva o local de visita/setores visitados.

3) Explique cada etapa do processo de visitação em relação ao seu funcionamento.

4) O que você achou de mais interessante na visitação à Litoteca da CPRM?

→ Sugestões

A visitação à espaços não formais como museus, galerias, centro histórico das cidades são sugestões de atividades, nas quais o professor poderá abordar conceitos relacionados à mineração a partir do contexto histórico da cidade e/ou região.

Referência Bibliográfica

www.cprm.gov.br. Acesso em: 31/03/2020

www.cprm.gov.br/publique/media/litotecas/regulamento_litotecas.pdf Acesso em: 27/08/2020

AULA 05

Leitura e interpretação do texto: Beneficiamento do Minério

Nesta etapa da sequência didática, será apresentado aos alunos um texto sobre o Beneficiamento do Minério. O texto será distribuído para os alunos e lido conjuntamente com a professora. Posteriormente será solicitado a elaboração de um fluxograma sobre o assunto. Para a elaboração do fluxograma a turma será dividida em pequenos grupos, compostos por três alunos cada. O fluxograma é um tipo de diagrama de blocos, que pode ser entendido como uma representação esquemática de um processo feito por meio de gráficos que ilustram a transição de informações entre os elementos que o compõem, ou seja, é a sequência operacional do desenvolvimento de um processo, apresentando todas as etapas do beneficiamento.

Texto - Beneficiamento do Minério

Este texto foi compilado a partir dos autores: Almeida, Figueira e Luz (2010); Lins e Luz (2010); Luz, Sampaio e França (2010) e Roeser e Roeser (2010)

Os minerais são importantes matérias-primas de diferentes materiais utilizados pela sociedade. A gipsita, por exemplo, é a matéria-prima para a produção do gesso utilizado em construções. A bauxita e a hematita são matérias-primas para a produção do alumínio e do ferro respectivamente. Tais minerais que contêm metais e outras substâncias de interesse econômico, são chamados de minérios.

Minério é toda rocha constituída de um mineral ou agregado de minerais contendo um ou mais minerais valiosos, que podem ser aproveitados economicamente. Esses minerais valiosos, aproveitáveis como bens úteis, são chamados de minerais-minério. O mineral ou conjunto de minerais não aproveitados de um minério é denominado ganga. Como eles são oriundos de rochas, podem ser encontrados em todo o mundo, porém a quantidade e a diversidade de cada mineral são diferentes em cada região do planeta. O Brasil, por exemplo, é muito rico em jazidas de minério de ferro, sendo a maior delas a mina de Carajás, no Pará.



Figura 14: Mina de ferro de Carajás, a maior do mundo, Em Parauapebas, Pará

Fonte: <https://outraspalavras.net/mercadovsdemocracia/mineracao-tao-devastadora-quanto-ignorada/>

O tratamento ou beneficiamento de minérios consiste de operações físicas – aplicadas aos bens minerais – visando modificar a granulometria, a concentração relativa das espécies minerais presentes ou a forma, sem, contudo, modificar a identidade química ou física dos minerais. Há autores que defendem um conceito mais amplo para o tratamento de minérios, como sendo um processamento no qual os minerais podem sofrer até alterações de ordem química, resultantes de simples decomposição térmica ou mesmo de reações típicas geradas pela presença do calor.

O minério de ferro é composto do mineral de ferro (hematita - $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, goethita - $\alpha\text{-FeOOH}$ ou magnetita- Fe_3O_4) e da ganga, geralmente composta de silicatos. A rocha é constituída principalmente de goethita, caulinita e gibbsita. A hematita ocorre nessa amostra em baixa concentração (< 15%). Como a rocha é composta de diferentes minerais, o minério de ferro precisa passar por beneficiamento de forma a enriquecer o minério do mineral de interesse. A esse material se denomina concentrado. Dessa forma o minério se torna apto para ser usado em usinas siderúrgicas.

O estado de Minas Gerais cujo sinônimo informal pode ser: “*algo de cada*”, faz toda a honra ao seu nome. As minas de ferro e de manganês servem à indústria siderúrgica, a bauxita à produção de alumínio, o calcário representa a base da indústria de cimento, e rochas fosfáticas tem seu uso em fertilizantes. Rochas ornamentais como serpentinito e quartzito são aplicadas na construção civil e no nordeste do estado ocorrem pegmatitos industriais dos quais se ganha os minerais de muscovita e quartzo.

Pode-se assim considerar o estado de Minas Gerais como um paraíso mineralógico. Isto se aplica especialmente para o Quadrilátero Ferrífero. O Quadrilátero Ferrífero, uma estrutura geológica cuja forma se assemelha a um quadrado, perfaz uma área de aproximadamente 7000 km². É uma região clássica da geologia e da mineração brasileira, que se estende entre Ouro Preto e Belo Horizonte, incluindo também os municípios de Brumadinho, Caeté, Congonhas, Itabira, Itaúna, Mariana, Rio Piracicaba, Sabará, Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo, entre outras. E, ainda hoje, é considerada a mais importante província mineral do Sudeste do Brasil (e uma das mais importantes

de todo o país), se destacando no cenário nacional pela grande riqueza mineral .Ocorrem aqui jazidas de ferro (Fe), manganês (Mn), ouro (Au), bauxita e pedras preciosas, como topázio e esmeralda.

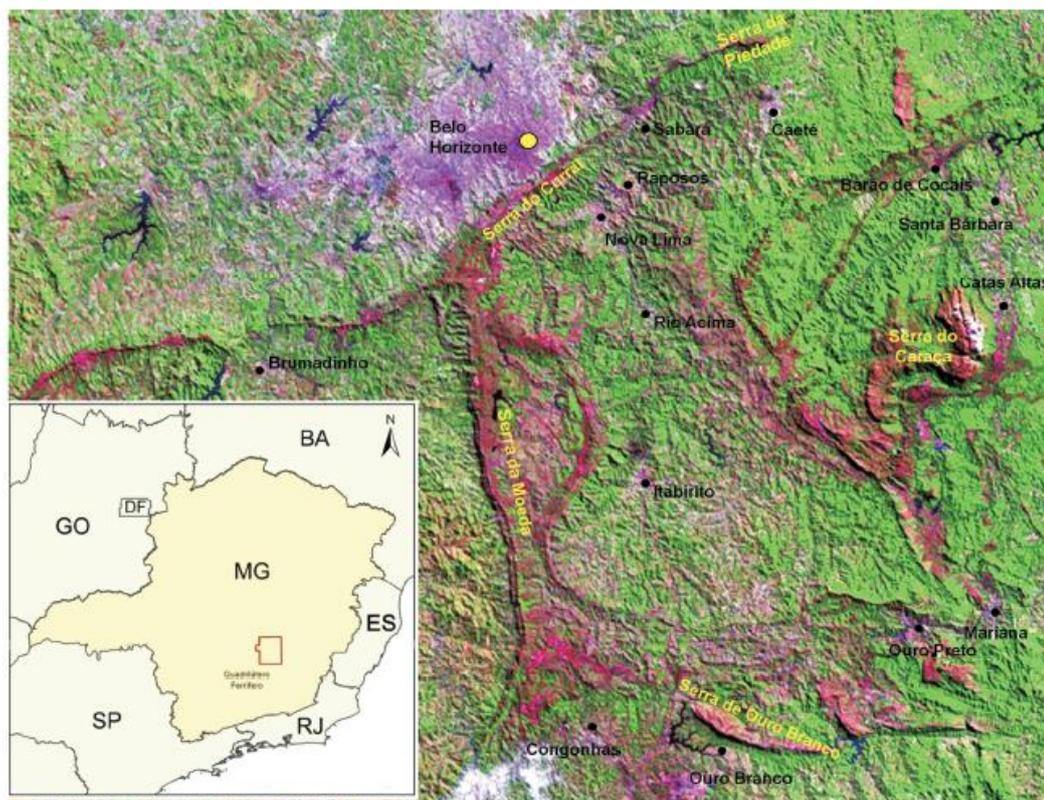


Figura 15: Mapa com os municípios que integram o Quadrilátero Ferrífero

Fonte: Machado e Ruchkys, 2013, p.121

O processo de tratamento de minério envolve operações unitárias clássicas que podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Britagem e moagem:** é a operação que fragmenta os blocos obtidos na lavra e envolvem grande consumo de energia.

- **Classificação por peneiramento, hidrociclones ou classificador espiral:** etapa necessária para separar os sólidos com diferentes granulometrias. A fração mais grosseira é reenviada para a britagem ou moagem. A escolha da melhor rota de classificação está relacionada, dentre outros fatores, com a faixa de granulometria do sólido.

- **Concentração:** trata-se da operação para separação do mineral desejado, de valor econômico (mineral-minério), que irá gerar o concentrado, da ganga, que irá constituir o rejeito.
- **Desaguamento:** etapa que envolve decantação, espessamento e filtragem do concentrado e rejeito, com recuperação de água para o processo.
- **Disposição do rejeito em barragens de rejeito, cavas de mina ou galerias subterrâneas:** trata-se de uma etapa crítica para minimizar impactos e riscos ambientais.

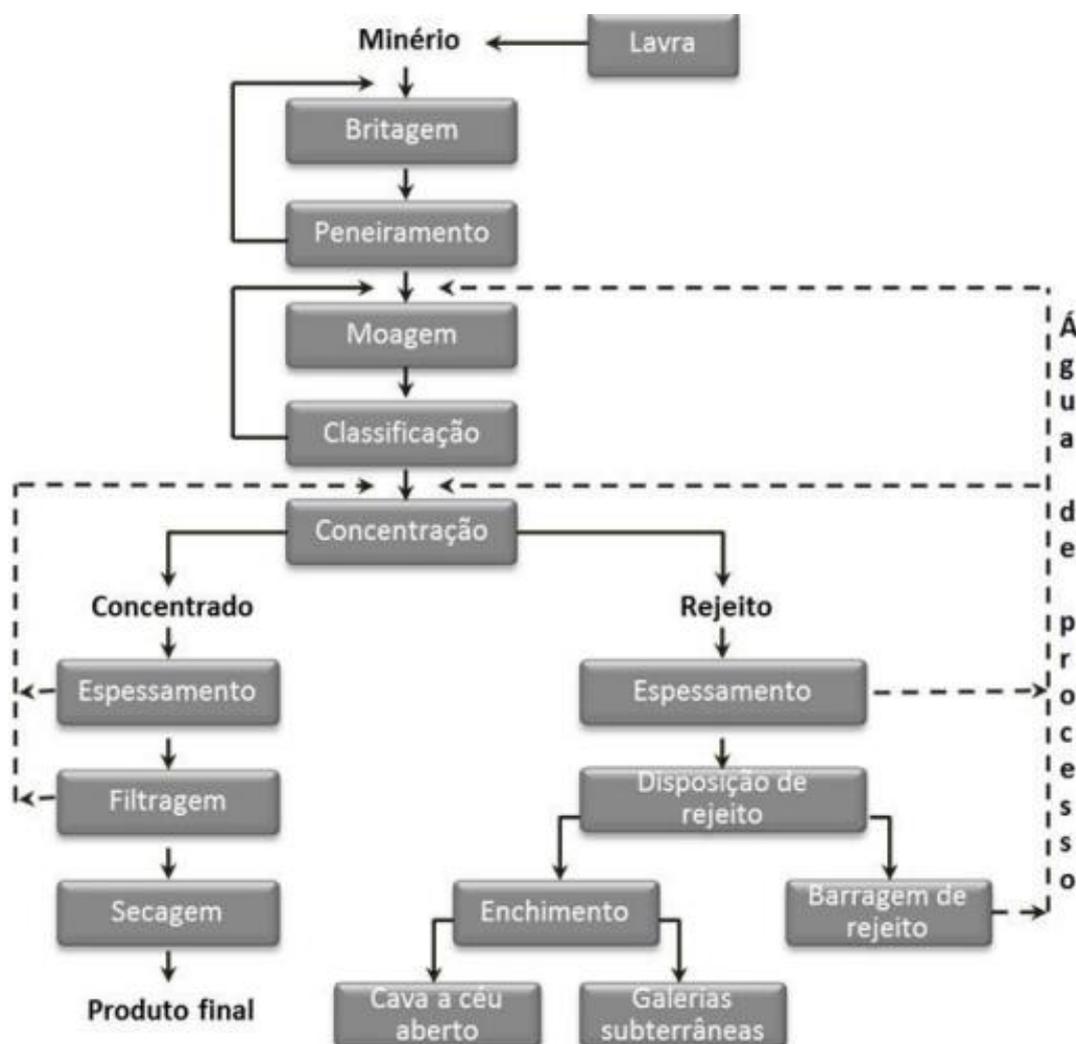


Figura 16: Fluxograma de beneficiamento do minério de ferro

Fonte: (Luz e Lins, 2010, p.5)

Todos estes processos são dimensionados para se trabalhar com milhões de toneladas/ano e requerem espaço e disponibilidade de água e energia. Apesar

da grande riqueza de minerais encontrados no Brasil trazer benefícios econômicos, a atividade mineradora causa imenso impacto ambiental, já que grandes volumes de terra são deslocados, o relevo é alterado e a flora é destruída com graves consequências para a fauna local. Além disso, o solo e as reservas de águas subterrâneas são contaminados com os agentes químicos empregados no processo de mineração.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Salvador Luiz de; FIGUEIRA, Hedda Vargas O.; LUZ, Adão Benvindo. Britagem e Moagem. . Capítulo 04, p.143-210. In: LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. FRANÇA, Silvia Cristina Alves (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

LINS, Fernando Antônio Freitas; LUZ, Adão Benvindo. Introdução ao tratamento de Minérios. Capítulo 01, p.03-18. In: FRANÇA, Silvia Cristina Alves; LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

LUZ, Adão Benvindo; SAMPAIO, João Alves. FRANÇA, Silvia Cristina Alves (org). **Tratamento de Minérios**. 5ª edição, Centro de Tecnologia mineral (CETEM) / Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Rio de Janeiro, 2010.

ROESER, Hubert Matthias Peter; ROESER, Patricia Angelika. **O Quadrilátero Ferrífero – MG, Brasil: aspectos sobre sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados**. Revista Geonomos- v. 18, n. 1, p.33-37,2010.

https://minerajr.ufop.br/blog.quadrilatero_ferrifero_e_comunidade.html Acesso: 28/12/2020

AULA 06

Leitura e interpretação do texto: METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

No Ensino Médio, a área de Ciência da Natureza deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BRASIL, 2018).

A proposta desse momento da sequência didática é a leitura e interpretação do texto METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE, disponível no livro Química Cidadã, de Widson Santos e Gerson Mol - Volume 03 e a aplicação de um questionário sobre o texto.

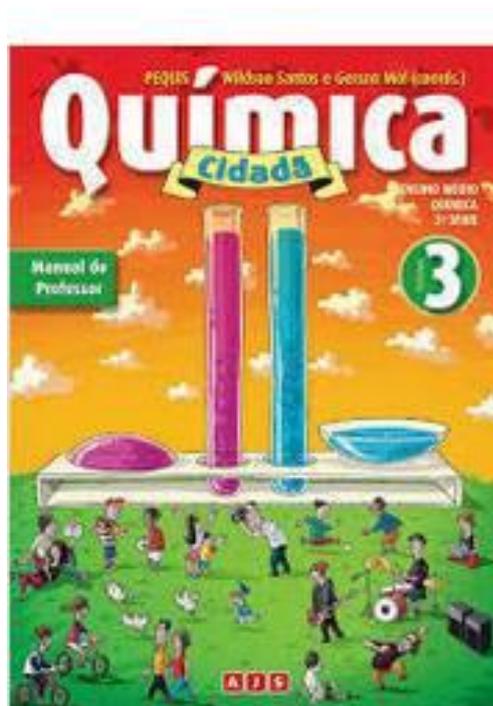


Figura 16: Capa do livro Química Cidadã de Widson Santos e Gerson Mol - volume 03

Os alunos serão organizados em duplas, e cada aluno receberá o texto. Será estipulado um tempo de 20 minutos para a leitura do texto e logo após os alunos receberão um questionário avaliativo contendo 05 questões discursivas. A sugestão é que, em outro momento, após a correção dos questionários, o professor faça a leitura das respostas que considerou mais adequadas.

Texto: METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE

(MOL; SANTOS, 2013, p. 269-270)

Tema em foco

METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE

A utilização de diferentes metais serve como indicador do nível econômico e das classes sociais construídas por diferentes povos. A diminuição dos preços de metais e sua substituição por materiais mais baratos têm permitido acesso a instrumentos e objetos que antes só podiam ser utilizados por pessoas mais favorecidas economicamente.

O valor associado a uma mercadoria depende de vários fatores, como o domínio do processo tecnológico, o valor de uso, o custo de produção etc. Esses valores mudam com o tempo, de forma que um metal como o alumínio, que era obtido quimicamente por meio da reação com o potássio, custava muito caro e somente era utilizado na confecção de talheres de uso pessoal de alguns nobres. Hoje, com produção muito mais barata, é largamente utilizado por pessoas de todos os níveis sociais.

Entretanto, para que seja possível essa ampla utilização do alumínio, é preciso extrair enormes quantidades de minério, causando problemas ambientais como a devastação de florestas e a própria contaminação do ambiente por alguns metais. Além disso, também ocorre a emissão de poluentes derivados de indústrias metalúrgicas.

Outro grave problema a ser destacado são as condições de trabalho dos operários que atuam nas indústrias metalúrgicas, principalmente as de pequeno porte, onde faltam equipamentos de segurança e a adoção de medidas técnicas de produção que diminuam o contato do trabalhador com os agentes poluidores.

Por isso, tem surgido a necessidade de substituir os metais por novos materiais. Muitos objetos anteriormente feitos exclusivamente de metais já são confeccionados atualmente com outras matérias-primas, principalmente com os diferentes tipos de plásticos disponíveis comercialmente.

Esse desafio tem sido enfrentado pelos químicos, que procuram cada vez mais desenvolver processos de substituição de materiais. A engenhosidade da Química em produzir novos materiais é tão grande que diariamente são sintetizadas milhares de novas substâncias, o que torna muito dinâmica a atividade produtiva de substituição de material.

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico nesse setor tem sido intenso, pois além de serem criados novos tipos de materiais, matérias-primas empregadas na fabricação de materiais já existentes têm sido empregadas de outras formas.

Outro aspecto importante é que as restrições impostas pelas leis ambientais têm levado os fabricantes a desenvolver novas formulações que favoreçam o consumidor e causem menos prejuízo ao ambiente.

A utilização de um novo material ou de uma nova tecnologia deve considerar não só o instante de utilização, mas também o antes e o depois. Utilizar uma pilha aparentemente é uma ação sem consequências. Entretanto, extrair metais para sua confecção e descartá-la de forma inadequada pode causar sérios danos ambientais.

O conhecimento científico nos aponta caminhos para resolver problemas já colocados por esse avanço tecnológico.

Tudo isso exige de nós, consumidores e, acima de tudo, cidadãos, uma preocupação ambiental cada vez maior. Discutir essas questões requer não somente o conhecimento químico dos processos tecnológicos de produção de materiais, como o conhecimento dos processos químicos envolvidos, mas muito mais do que isso: a compreensão da dinâmica de funcionamento de nossa sociedade, de seus valores e do sistema de distribuição de riquezas.

O trabalho em indústrias metalúrgicas sempre envolve um grande **risco de acidentes**.



Roberto Cavenini/Pictar Imagens

Os **metais** já foram largamente substituídos em nossa sociedade, mas ainda têm grande importância em diferentes ramos.



Hely Dematt

Reciclagem de metais: uma alternativa ambiental



Pense
Por que o Brasil é campeão mundial em reciclagem de latas de alumínio?



A obtenção de metais a partir de minério consome grande quantidade de energia. Para reduzir esse consumo, basta reduzir o consumo de metais.

A produção de metais para atender à demanda da sociedade tecnológica exige a extração de grandes quantidades de minérios. Esses processos de extração agredem muito o ambiente e, se não tratados adequadamente, podem causar enormes problemas ambientais:

Os processos de produção de metais, a partir de seus minérios, consomem enormes quantidades de energia, cuja produção em grande escala acarreta normalmente grandes impactos ambientais, por exemplo: queima de combustíveis, pelo represamento de rios e alagamento de ecossistemas, utilização de fontes energéticas que exigem tecnologia de ponta e, assim mesmo, assustam por apresentarem riscos de acidentes graves etc.

Além disso, durante a produção de energia são gerados gases e resíduos que podem contaminar o ambiente de diversas formas.

Para minimizar esses problemas existem atitudes alternativas que exigem o empenho de toda a sociedade. A primeira delas é a redução do consumo. Essa atitude não é fácil, principalmente porque vivemos em um mundo que estimula constantemente o consumo. A segunda atitude é a reutilização. Muitos objetos e aparelhos que descartamos podem ser

utilizados outras vezes. A terceira é a reciclagem, ou seja, o reaproveitamento dos materiais para a produção de novos bens de consumo, dispensando ou diminuindo o consumo da matéria-prima original.

Quando se fala em reciclagem de metais, a maior estrela é o alumínio, recordista em diversos aspectos. A reciclagem depende da vida útil do objeto, que pode variar de meses (1,5 mês, para latas de alumínio) a décadas (40 anos, para cabos elétricos).

O primeiro ponto a seu favor, em comparação a outros materiais, é o fato de não ser degradado durante o uso, podendo ser utilizado repetidamente em funções nobres, como, por exemplo, armazenar alimentos. A segunda vantagem da reciclagem do alumínio é seu alto valor residual, já que sua sucata tem valor 33 vezes maior que o aço e 55 vezes maior que o vidro de garrafas. A terceira e talvez maior vantagem é o fato de que reciclar o alumínio é bem mais barato que extrai-lo do minério.

De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio (Abal), a obtenção de uma tonelada de alumínio por reciclagem consome apenas 5% da energia consumida na produção dessa mesma quantidade a partir do minério. Isso equivale a produzir 20 latas a partir de sucata com a mesma quantidade de energia com que se produz uma lata a partir do minério. Em 2007, no Brasil, a economia energética, graças à reciclagem de latas de alumínio, foi próxima a 2 329 GWh, o suficiente para abastecer, por um ano inteiro, uma cidade com população superior a um milhão de habitantes, como Campinas (SP).



A reciclagem de alumínio é fonte de renda para muitas famílias brasileiras.

Embora o Brasil esteja longe de ser o recordista em consumo de latas de alumínio – nossa média de consumo é de 51 latas de alumínio por habitante por ano, contra, por exemplo, 375 dos estadunidenses – somos os recordistas mundiais na reciclagem. Em 2007, foram recicladas 96,5% das latas utilizadas.

A reciclagem do alumínio apresenta outras vantagens indiretas, entre as quais citamos: o desenvolvimento de uma consciência ambiental coletiva, que acaba por incentivar atitudes de reciclagem de outros materiais; a redução da quantidade de lixo gerada; o afloramento de questões sociais etc.

Essas questões sociais estão intimamente relacionadas ao nosso recorde em reciclagem. Há até quem diga que essa é uma indústria alimentada pela fome. O fato é que para alguns terem joias de ouro e materiais de prata, muitos outros tabalharam em condições insalubres em garimpos, mineradoras e metalúrgicas. A riqueza dos metais custa caro para muitos, e a indústria que se gera em torno do processo de reciclagem ainda se dá em nosso país a partir do trabalho em condições desumanas de catadores de lixo, que envolve crianças e adolescentes. Enfim, enquanto não mudarmos o modelo de desenvolvimento, os benefícios advindos do desenvolvimento científico e tecnológico vão continuar concentrados nas mãos de poucos.

Referência Bibliográfica

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Ensino Médio), 2018.

MOL, Gerson de Souza; SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; **Química Cidadã**. volume 03. 2ª edição. São Paulo: editora AJS, 2013, p. 269-270.



Atividade avaliativa: Leitura e interpretação do texto METAIS, SOCIEDADE E AMBIENTE

Nome: _____

Após a leitura e discussão do texto com o colega, responda as questões abaixo.

1- Quais os fatores que estão associados ao valor de uma mercadoria?

2 - Quais as consequências da ampla utilização do alumínio como matéria prima?

3 - As reservas minerais de metais são fontes não renováveis. Cite alternativas para evitar a sua exaustão.

4 – Quais as vantagens da reciclagem do alumínio?

5 – Cite alguns problemas ambientais provocados pela grande extração de minerais.

AULA 07

Aula prática: oxidação de metais.

Em maior ou menor grau, a maioria dos materiais apresenta algum tipo de interação com um grande número de ambientes diferentes. Com frequência, tais interações comprometem a utilidade de um material como resultado de deterioração de suas propriedades mecânicas (p. ex., ductilidade e resistência), de outras propriedades físicas ou de sua aparência (CALLISTER e RETHWISCH, 2013).

A corrosão é definida como o ataque destrutivo e não intencional de um metal; esse ataque é eletroquímico e começa normalmente na superfície. O problema da corrosão metálica é de proporções significativas; em termos econômicos, foi estimado que aproximadamente 5% das receitas de uma nação industrializada sejam gastos na prevenção da corrosão e na manutenção ou substituição de produtos perdidos ou contaminados como resultado de reações de corrosão. As consequências da corrosão são muito comuns. Um exemplo comum é a ferrugem em carrocerias, radiadores e componentes de exaustão de automóveis (CALLISTER e RETHWISCH, 2013).

Muitos processos de oxirredução têm grande importância na vida diária, como, por exemplo: a corrosão, a fermentação, a respiração e a combustão da gasolina, entre outros (PALMA, et al., 2003). O estudo da oxidação dos metais é um tema de grande importância devido ao enorme número de aplicações que estes encontram na fabricação dos mais variados produtos (GENTIL, 1987, apud PALMA, et al., 2003).

Esse sétimo momento da sequência didática é uma aula prática sobre a oxidação dos metais. A aula prática é um importante recurso metodológico que favorece o processo de ensino aprendizagem, despertando curiosidade no aluno e relaciona a teoria com a prática.

Um exemplo comum de oxidação de metal está apresentado na Figura 17.



Figura 17: Oxidação de metais

Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/oxidacao-reducao.htm>

Inicialmente será apresentado aos alunos um texto introdutório sobre o assunto. Após a leitura será dado início aos experimentos e em seguida a discussão e elaboração das respostas das questões propostas.

Antes da leitura do texto o professor poderá abordar alguns conceitos importantes a respeito do conteúdo como de oxidação, redução, metal de sacrifício dentre outros.

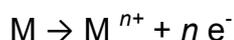
Nessa aula prática, os resultados dos experimentos não são imediatos, espera-se um intervalo de tempo cerca de 48 horas. O professor, se considerar conveniente, pode adiantar o experimento antes e apresentar o resultado experimental obtido para os alunos para os mesmos responderem as questões propostas.

Texto - Oxidação de metais

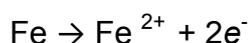
Este texto foi compilado a partir dos autores Callister e Rethwisch (2013); Feltre (2004) e Palma e Tiera (2003).

Na tarde de 19 de julho de 1992, durante a partida final do Campeonato Brasileiro de Futebol, uma parte da grade de proteção das arquibancadas do Estádio do Maracanã cedeu, sob a pressão dos torcedores, provocando a queda de muitas pessoas, com um saldo de três mortos e vinte feridos graves. A causa foi à corrosão da estrutura que prendia a grade. Diariamente a corrosão ocasiona estragos, muitas vezes invisíveis, em milhares de edifícios, navios, automóveis, etc. causando prejuízos que são calculados, em nosso país, em cerca de 10 bilhões de dólares anuais, além de colocar a população em risco durante 24 h por dia. No mundo, calcula-se que 20% do ferro produzido são para repor o que foi enferrujado. Por que ocorre a formação da ferrugem? A corrosão é sempre uma deterioração dos metais provocada por processos eletroquímicos (reações de oxir-redução), na qual há uma transferência de elétrons de uma espécie química para a outra.

Para os materiais metálicos, o processo de corrosão é normalmente eletroquímico, ou seja, consiste em uma reação química na qual há transferência de elétrons de uma espécie química para a outra. Caracteristicamente, os átomos dos metais perdem ou cedem elétrons, no que é chamado uma reação de oxidação. Por exemplo, um metal hipotético M com uma valência de n (ou n elétrons de valência) pode sofrer oxidação de acordo com a reação:

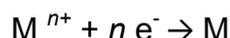


em que M torna-se um íon carregado positivamente $n+$, que nesse processo perde seus n elétrons de valência; e^{-} é usado para simbolizar um elétron. Exemplo no qual um metal se oxida:



O local onde ocorre a oxidação é chamado de anodo; a oxidação é algumas vezes chamada de reação anódica.

Os elétrons gerados de cada átomo de metal que é oxidado devem ser transferidos para outra espécie química e torna-se parte dela, no que é denominado reação de redução. Um metal pode ser totalmente reduzido de um estado iônico para um estado metálico neutro, de acordo com:



O local onde ocorre redução é chamado de cátodo. Uma reação eletroquímica global deve consistir em pelo menos uma reação de oxidação e uma de redução, e será a soma delas; com frequência, as reações individuais de oxidação e redução são denominadas semirreações. Não pode haver qualquer acúmulo líquido de cargas elétricas dos elétrons e íons; ou seja, a taxa total de oxidação deve ser igual à taxa total de redução; em outras palavras, todos os elétrons gerados na oxidação devem ser consumidos na redução.

A ordem de reatividade dos metais pode ser estabelecida tendo como referência os potenciais padrão de redução, ou seja, quanto maior e mais positivo o E°_{red} , maior a tendência de ocorrência da redução. Dessa forma, os metais podem ser colocados numa fila decrescente de reatividade que obedece a ordenação dada na Figura 18:

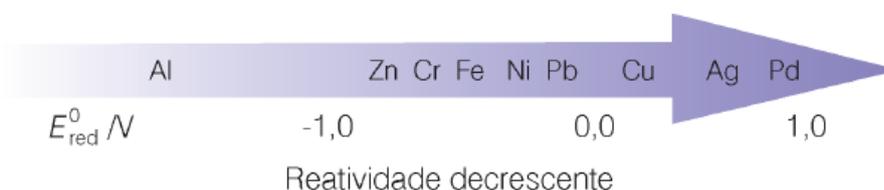
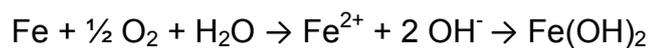
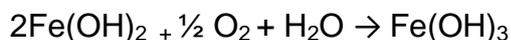


Figura 18: Fila de reatividade de alguns metais
Fonte: (PALMA; TIERA, 2003, p. 52)

Um exemplo é a oxidação ou ferrugem do ferro na água, a qual contém oxigênio dissolvido. Esse processo ocorre em duas etapas; primeiramente o Fe é oxidado a Fe^{+2} como $Fe(OH)_2$,



e na segunda etapa, é oxidado a Fe^{+3} como $\text{Fe}(\text{OH})_3$, de acordo com



O composto $\text{Fe}(\text{OH})_3$ é a tão familiar ferrugem.



Figura 19: Pregos enferrujados
Fonte: <https://noticias.uol.com.br>

O ferro sempre contém pequenas quantidades de impurezas (incluindo-se outros metais). Na formação da ferrugem:

- a presença do ar e da umidade é fundamental, pois estas substâncias fazem parte da reação (sem água e oxigênio, o ferro não enferruja);
- a presença, no ar, de CO_2 , SO_2 e outras substâncias ácidas acelera a corrosão; a corrosão é também acelerada por várias bactérias que tornam mais ácido o meio;
- ambientes salinos, como ocorrem no mar e em suas vizinhanças, aceleram a formação da ferrugem; é o que acontece nos cascos dos navios, em pontes como a Rio—Niterói, em tanques de gasolina enterrados nos postos à beira-mar, etc.

Objetivos: trabalhar as reações de oxido-redução, utilizando óxidos resultantes da oxidação de ferro e cobre, bem como a baixa reatividade de outros metais, para a criação de quadros.

Materiais:

- ✓ Tela de pintura de 16 cm x 20 cm
- ✓ Pedacos de metais (ferro, aço inoxidável, cobre, prata, ouro, alumínio),
- ✓ Solução de vinagre contendo cloreto de sódio (em uma solução de vinagre 20% (v/v), adiciona-se uma colher de sopa de NaCl ou de permanganato de potássio (1 comprimido dissolvido em 100 mL de água)).



Figura 20: Materiais utilizados na prática
Fonte: A autora

Procedimentos:

1. Coloca-se a tela de 16 cm x 20 cm dentro de um recipiente plástico ou de vidro.

Observação: *a tela não deve conter impermeabilizante.*

2. Os metais são dispostos sobre a tela, de acordo com a criatividade do aluno.



Figura 21: Disposição dos materiais sobre a tela
Fonte: A autora

3. As soluções de vinagre e de permanganato de potássio são vertidas lentamente sobre os metais e as telas são deixadas em repouso por um período de três dias. Em seguida, os metais são retirados e as telas são mantidas à temperatura ambiente, por um período de dois dias, para secagem.



Figura 22: Solução de vinagre sendo vertida sobre a tela
Fonte: A autora



Figura 23: Solução de permanganato de potássio sendo vertida sobre a tela
Fonte: A autora

Resultados esperados:

- ✓ Os objetos de ferros em contato com a solução, em meio ácido e na presença de NaCl, apresentaram uma coloração castanha avermelhada intensa, conhecida como ferrugem.
- ✓ Os objetos de cobre, principalmente quando em contato com o meio aquoso com vinagre (solução de ácido acético) e em contato com o ar adquirem uma coloração esverdeada.



Figura 24: Resultados obtidos
Fonte: A autora

Observações



→ Após a realização da prática e análise dos resultados responda as questões a seguir.

Referências Bibliográficas

CALLISTER, Willian David Junior; RETHWISCH, David G. **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução**. v. 8ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2013, p.575,

FELTRE, Ricardo. **Química**. v.02 Físico - Química, 6ª edição, p.324, São Paulo, 2004.

PALMA, Maria Helena Cunha; TIERA, Vera Aparecida e Oliveira. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 52-54, Novembro, 2003.

Questões Propostas



1- Procure justificar por que é comum a utilização de janelas de alumínio ou de madeira nas construções.

2- Cite exemplos de oxirredução que você observa no seu cotidiano.

3- Por que as joias são confeccionadas ou revestidas em ouro, prata ou platina?

4- “O alumínio, por ser menos nobre do que o ferro, tem sua oxidação mais favorecida.” Esta frase parece contradizer situações que vivenciamos diariamente em relação ao uso do alumínio. Se o alumínio oxida mais rápido, explique por que motivo usa-se normalmente painéis de alumínio em vez das de ferro.

Referências Bibliográficas

PALMA, Maria Helena Cunha; TLERA, Vera Aparecida e Oliveira. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 52-54, Novembro, 2003.

AULA 08

Aula prática: Extraindo ferro de cereais matinais

A deficiência de ferro é uma desordem nutricional que contribui significativamente para a redução da capacidade de trabalho, bem como para o aumento da morbidade e mortalidade. O Brasil tem uma alta incidência de anemia por deficiência de ferro: 50 % em crianças (menores de 2 anos de idade) e 35 % em gestantes. A sociedade, o consumidor, a comunidade científica, os órgãos da saúde e a mídia possuem uma nova conscientização sobre a relação saúde e hábitos alimentares. Neste ponto, a educação nutricional é muito importante para auxiliar na escolha dos alimentos e de suas combinações, do ponto de vista da nutrição, melhorando a absorção de ferro e reduzindo sua deficiência (BRAZACA e GERMANO, 2002).

Boussingault, em 1860, foi o primeiro a admitir o ferro (Fe^{+2} e Fe^{+3}) como nutriente essencial para animais e até hoje o interesse pelo ferro e pela anemia ferropriva continua imbatível. O ferro é o mineral mais estudado e descrito na história. É encontrado em todas as células dos seres vivos, tanto vegetais como animais e está distribuído por todos os alimentos (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998, apud BRAZACA e GERMANO, 2002).

Por meio de um experimento simples, propõe-se interligar conceitos químicos e físicos e relacioná-los à área de nutrição, demonstrando, assim, aspectos importantes relativos à interdisciplinaridade das ciências no nosso cotidiano.



Figura 25: Cereal matinal

Fonte: <https://chaverdenatural.com.br/blog/11-alimentos-ricos-em-ferro-para-o-seu-bebe>

Texto: Extraíndo ferro de cereais matinais

Esse texto foi compilado a partir dos autores: Barbosa e Barreto (1980) e da Sociedade Brasileira de Química (2010).

A anemia ferropriva, por falta de ferro, é um dos distúrbios nutricionais que mais têm aumentado no mundo - um dos motivos para isso é o alto consumo de produtos industrializados, pobres em nutrientes. Porém, por outro lado, alguns setores da indústria têm acrescentado ferro em alguns alimentos, como cereais, leite e iogurtes, por exemplo. No Brasil, onde o índice de anemia é alto, as farinhas devem ter obrigatoriamente ferro, o que conseqüentemente faz com que pães, bolos, doces também tenham.

O ferro é importante para a saúde porque, além de prevenir a anemia, funciona também como um combustível para que a hemoglobina, célula do sangue, transporte o oxigênio para todo o corpo. Para as crianças, a recomendação diária é de 1 a 2 mg por quilo para crianças com até 10 kg; já os homens devem ingerir 10 mg de ferro por dia; para as mulheres, essa necessidade sobe para 15 mg, principalmente após a menstruação ou em caso de gravidez, quando pode ocorrer perda de ferro pelo sangue.

A quantidade total de ferro no corpo é em média de 4 a 5 gramas, com cerca de 65% na forma de hemoglobina. Cerca de 4% estão na forma de mioglobina, 1% na forma de vários compostos heme que promovem a oxidação intracelular, 0,1% está combinado com a proteína transferrina no plasma sanguíneo, e 15% a 30% estão armazenados para uso futuro.



Figura 26: Ferro na alimentação

Fonte: <http://maternarenutrir.com.br/como-anda-a-oferta-de-ferro-na-alimentacao-do-seu-filho/>

O homem excreta cerca de 0,6 mg de ferro por dia, principalmente nas fezes. Quantidades adicionais de ferro são perdidas toda vez que ocorrem hemorragias. Para a mulher à média é cerca de 1,3 mg/dia.

O ferro é absorvido em todas as porções do intestino delgado. A absorção de ferro no intestino é extremamente lenta, com máximo de apenas alguns miligramas por dia. Isso significa que, mesmo quando grande quantidade de ferro está presente na dieta, somente pequena proporção pode ser absorvida.

O ferro alimentar ingerido pelo ser humano provém de algumas fontes animais (carnes, vísceras), vegetais (arroz, soja, espinafre, feijão), onde estão presentes sob a forma de complexos orgânicos, ou como ferro inorgânico ionizável liberado de panelas de ferro por ocasião da cocção de alimentos.

Algumas pessoas, inclusive, acreditam que cozinhar em uma panela de ferro também ajuda a aumentar o valor nutritivo dos alimentos. Em caso de anemia a pessoa pode ou não ter sintomas. Se tiver, podem ser falta de concentração, perda de memória, dificuldade de aprender coisas novas e baixo rendimento na escola ou no trabalho e também sinais físicos, como moleza, fraqueza, inapetência, distúrbios do paladar, palidez, branco na borda dos olhos, nos lábios, nas palmas das mãos e nos pés.

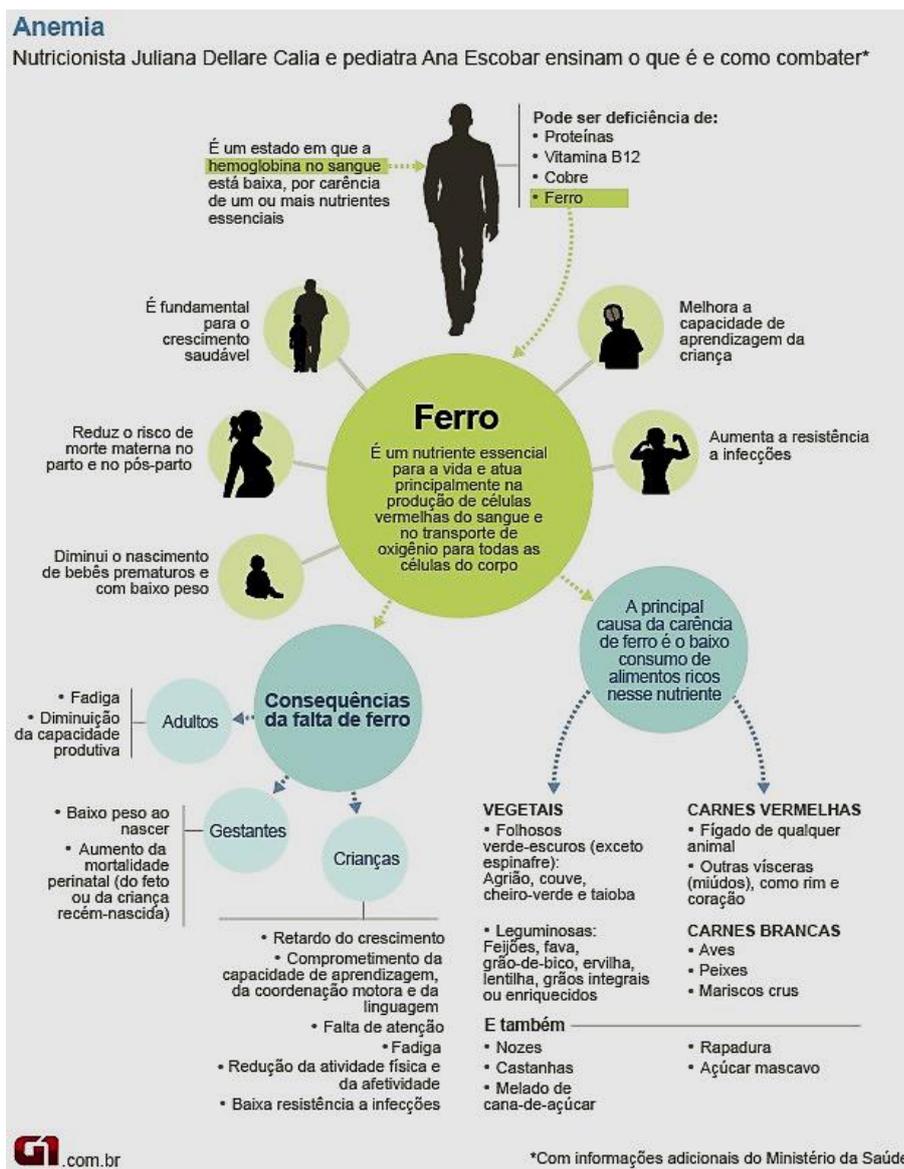


Figura 27: Relação do ferro com a saúde humana

Fonte: <http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2013>

Para saber mais:

O ferro existe nos alimentos sob duas formas principais, na forma heme, proveniente de alimentos de origem animal, como parte da estrutura da hemoglobina e na forma não-heme, presente nos vegetais.

O mecanismo de absorção das duas formas é diferente. O ferro heme é absorvido pelas células da mucosa intestinal juntamente com o restante do grupo heme, ou seja, sem processo de transformação ou quebra de agrupamento. Por outro lado, o ferro não-heme, comumente presente nos alimentos na forma de Fe^{3+} , deve ser solubilizado e ionizado pelas secreções gástricas e reduzido a Fe^{2+} .

O ferro é estocado na forma de ferritina e liberado para a circulação de acordo com as necessidades do organismo.

CURI, Rui e PROCÓPIO, Joaquim. **Fisiologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. p. 659

Materiais:

- ✓ Gal e pistilo de tamanho suficiente para macerar 50 g de cereal matinal (pode ser usado um socador de alho);
- ✓ Béquer de 100 mL;
- ✓ Folha de papel;
- ✓ Barras magnéticas recobertas por plástico, de preferência com teflon branco. Os ímãs mais potentes são os de neodímio, presentes em sucatas de computadores e em fones de ouvido mais modernos;
- ✓ Cereal matinal contendo ferro, de preferência com teor aproximado de 14 a 20% de ferro.



Figura 28: Materiais utilizados na prática
Fonte: a autora

Procedimentos:

- 1 - Coloque de 5 a 15 flocos de cereais numa mesa limpa.

2. Mantenha a barra magnética ou o magneto próximo aos flocos e veja se eles se movimentam na direção do magneto ou mesmo se aderem a ele.



Figura 29: Aproximação do magneto sobre os flocos do cereal
Fonte: a autora

3. Reduza a fricção dos flocos colocando-os num béquer com água. Aproxime o magneto e veja se há aproximação ou movimentação dos flocos.



Figura 30: Flocos do cereal na água com aproximação do magneto
Fonte: a autora

4. Reduza o tamanho dos flocos secos triturando-os no gral ou pilão. Espalhe o pó num papel limpo.
5. Coloque o magneto por baixo do papel e movimente o papel por cima do magneto. Observe se há movimentação do pó dos flocos. Não coloque o magneto diretamente em contato com o pó.



Figura 31: Pó dos flocos de cereal sendo atraídos pelo magneto
Fonte: a autora

Observações



→ Após a realização da prática e análise dos resultados responda as questões a seguir.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, Mario Cesar; BARRETO, Orlando Pereira. Metabolismo do ferro: absorção. **Revista Arquivos Médicos** do ABC, v.3,n. 2,1980

GUYTON, Arthur; HALL, John Edward. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ª edição, capítulo 32, p. 443 - 446, tradução Alcides Marinho Junior et. al., Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (org). **A química perto de você: experimentos de baixo custo para a sala de aula do ensino fundamental e médio**/ Org: Sociedade Brasileira de Química. p.97-101.São Paulo, 2010.

<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2013/10/entenda-importancia-do-ferro-para-saude-e-como-o-organismo-o-absorve.html>. Acesso em:

Questões Propostas



1 - O que foi observado durante o experimento?

2 - O que é um ímã?

3 - Por que o ferro é atraído pela barra magnética?

4 - Qual a importância do ferro no nosso organismo?

5 - Quais as consequências de uma alimentação com baixa quantidade de ferro?

6 – Quais os principais alimentos ricos em ferro?

7 – O que é anemia ferropriva?

8 - Quais os sintomas que um indivíduo com anemia pode apresentar?

AULA 09

Aplicação de uma atividade avaliativa para os alunos com questões de vestibulares e ENEM que abordam conceitos como metais, mineração, oxidação dos metais e suas propriedades.

O processo de avaliação visa a julgar como e quantos dos objetivos iniciais definidos no plano de trabalho do professor foram cumpridos. Necessariamente, deve estar estreitamente vinculado aos objetivos da aprendizagem. Além disso, tem a finalidade de revelar fragilidades e lacunas, pontos que necessitam de reparo e modificação por parte do professor. Ou seja, a avaliação deve estar centrada tanto no julgamento dos resultados apresentados pelos alunos quanto na análise do processo de aprendizado (BRASIL, 2000).

Em um ensino por competências, o processo de avaliação não se limita a instrumentos com perguntas que exigem apenas operações cognitivas simples como a memorização. A formação de indivíduos treinados apenas para memorizar frases e responder a perguntas com respostas determinadas é incompatível com o desenvolvimento de cidadãos socialmente inseridos e com espírito crítico aguçado, um dos objetivos da educação (BRASIL, 2000).

A escola deverá assegurar: ao aluno, uma boa formação, tornando-o capaz de realizar a transposição dos conteúdos formais na interpretação do cotidiano e na valorização dos conhecimentos não formais gerados na comunidade; ao professor: os meios necessários para proporcionar ao aluno uma formação contínua, de qualidade, que lhe garanta atualização permanente para enfrentar os avanços da sociedade (BRASIL, 2000).



Atividade Avaliativa

Nome: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

1- (PUC-MG) As propriedades ductibilidade, maleabilidade, brilho e condutibilidade elétrica caracterizam:

- a) cloreto de potássio e alumínio.
- b) cobre e prata.
- c) talco e mercúrio.
- d) grafita e diamante.
- e) aço e PVC.

2 - (UNESP/2016.2) Os testes de qualidade de água realizados nos rios atingidos pela lama proveniente do rompimento da barragem de uma mineradora, em Mariana (MG), identificaram metais pesados em proporções fora dos parâmetros permitidos. Nessas águas, os metais identificados em maior quantidade foram o ferro e o manganês, mas alguns testes também apontaram grande quantidade de mercúrio.

(<http://epoca.globo.com>. Adaptado.)

Assinale a alternativa que apresenta um impacto ambiental esperado decorrente da presença de metais pesados nas águas dos rios atingidos.

- a) A lama contendo metais pesados aumenta a densidade da água, o que dificulta o revolver das águas e a incorporação natural de gás oxigênio proveniente do ar atmosférico, diminuindo a concentração deste gás na água.
- b) A grande quantidade de metais aumenta a concentração de partículas em suspensão na água, tornando-a turva o suficiente para impedir a entrada de luz, o que inviabiliza a fotossíntese pelo plâncton.
- c) A presença de grande quantidade de manganês e ferro nas águas favorece o

processo de eutrofização, pois há a proliferação de algas que, ao morrerem, são decompostas por bactérias que consomem o gás oxigênio da água.

d) O excesso de minério de ferro na água provoca a queda da concentração de gás oxigênio dissolvido, uma vez que ocorre reação de oxirredução entre o ferro e o gás oxigênio da água, formando o óxido de ferro.

e) Os metais identificados na água lamacenta dos rios têm efeitos cumulativos na cadeia alimentar, de modo que os últimos indivíduos ao longo da cadeia contaminada apresentam maior concentração desses metais.

3 – (SASI – UFVJM/2015) A ingestão dos alimentos pelas pessoas deve ser equilibrada para que a quantidade mínima diária de nutrientes seja ingerida para a manutenção da vida. Esta tabela apresenta as fontes de alguns nutrientes.

Íons	Principais fontes
K^+	frutas, legumes, carnes, leites e derivados
Mg^{2+}	cereais, frutos do mar
Ca^{2+}	legumes, peixes, leites e derivados
Fe^{2+}	legumes, cereais, carnes e fígado
Na^+ , Cl^-	sal de cozinha

Os íons fundamentais no metabolismo da hemoglobina podem ser encontrados principalmente em:

- a) frutas.
- b) frutos do mar.
- c) sal de cozinha.
- d) carnes de boi e porco.

4 – (ENEM) Um grupo de estudantes, saindo de uma escola, observou uma pessoa catando latinhas de alumínio jogadas na calçada. Um deles considerou curioso que a falta de civilidade de quem deixa lixo pelas ruas acaba sendo útil para a subsistência de um desempregado. Outro estudante comentou o significado econômico da sucata recolhida, pois ouvira dizer que a maior parte

do alumínio das latas estaria sendo reciclada. Tentando sintetizar o que estava sendo observado, um terceiro estudante fez três anotações, que apresentou em aula no dia seguinte:

- I. A catação de latinhas é prejudicial à indústria de alumínio;
- II. A situação observada nas ruas revela uma condição de duplo desequilíbrio: do ser humano com a natureza e dos seres humanos entre si;
- III. Atividades humanas resultantes de problemas sociais e ambientais podem gerar reflexos (refletir) na economia.

Dessas afirmações, você tenderia a concordar, apenas, com:

- a) I e II
- b) I e III
- c) II e III
- d) II
- e) III

5 - (Fatec-SP) A condutividade elétrica dos metais é explicada admitindo-se:

- a) ruptura de ligações iônicas.
- b) ruptura de ligações covalentes.
- c) existência de prótons livres.
- d) existência de elétrons livres.
- e) existência de nêutrons livres.

6 - (Mauá/2017) A bactéria *Acidithiobacillus ferrooxidans* tem sido utilizada para o bioprocessamento de cobre e ouro em minas ou para a recuperação de rejeitos metálicos em barragens. Essa bactéria tem a capacidade de alimentar-se do ferro presente nas rochas e liberar os metais preciosos impregnados, facilitando a sua extração.

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/12/18/mineracao-commicroorganismos/>. Acesso em: 25 jul. 2016 (adaptado).

Esse processo também poderia ser utilizado para reduzir possíveis impactos ambientais antrópicos em:

- a) biorremediação de áreas contaminadas com petróleo e seus derivados.
- b) tratamento do chorume gerado no tratamento de água para o consumo.
- c) reciclagem de lixos eletrônicos, reduzindo a contaminação do ambiente por metais.
- d) tratamento de água em substituição ao método de cloração em reservatórios próximos à área de mineração.
- e) aterros sanitários para acelerar a decomposição da matéria orgânica depositada nessas construções.

7 - (ENEM) Na fabricação de qualquer objeto metálico, seja um parafuso, uma panela, uma joia, um carro ou um foguete, a metalurgia está presente na extração de metais a partir dos minérios correspondentes, na sua transformação e sua moldagem. Muitos dos processos metalúrgicos atuais têm em sua base conhecimentos desenvolvidos há milhares de anos, como mostra o quadro:

MILÊNIO ANTES DE CRISTO	MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E OPERAÇÃO
quinto milênio a.C.	Conhecimento do ouro e do cobre nativos
quarto milênio a.C.	Conhecimento da prata e das ligas de ouro e prata Obtenção do cobre e chumbo a partir de seus minérios Técnicas de fundição
terceiro milênio a.C.	Obtenção do estanho a partir do minério Uso do bronze
segundo milênio a.C.	Introdução do fole e aumento da temperatura de queima Início do uso do ferro
primeiro milênio a.C.	Obtenção do mercúrio e dos amálgamas Cunhagem de moedas

Podemos observar que a extração e o uso de diferentes metais ocorreram a partir de diferentes épocas. Uma das razões para que a extração e o uso do ferro tenham ocorrido após a do cobre ou estanho é:

- a) a inexistência do uso de fogo que permitisse sua moldagem.
- b) a necessidade de temperaturas mais elevadas para sua extração e moldagem.
- c) o desconhecimento de técnicas para a extração de metais a partir de minérios.
- d) a necessidade do uso do cobre na fabricação do ferro.
- e) seu emprego na cunhagem de moedas, em substituição ao ouro.

8 - O consumo de metais pode ser um indicador de desenvolvimento econômico de um país. Justifique a sua resposta.

9 - A tabela abaixo lista cinco metais. As duas colunas indicam indistintamente os pontos de fusão e ebulição deles em °C.

Metal	Ponto de fusão	Ponto de ebulição
Alumínio	2.450	660
Ferro	2.750	1.536
Chumbo	1.725	327
Zinco	960	419
Tungstênio	2.450	660

Lâmpadas incandescentes, dispositivos tão comuns em nosso cotidiano, consistem em um filamento (fio muito fino) metálico dentro de um bulbo de vidro que, com a passagem de corrente elétrica, aquece até temperaturas da ordem de 3.000 °C. Com esse intenso aquecimento, o fio passa a brilhar (incandescer), emitindo luz.

Qual(is) metal(is), entre os listados na tabela acima, poderiam ser usados para fabricar o filamento? Justifique sua resposta.

2 Referências Bibliográficas

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio) – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** - (Ensino Médio), 2018.

BRAZACA, Solange Guidolin Canniatti, GERMANO, Ronilda Maria Arruda; Importância do ferro em nutrição humana, **Nutrire: Revista Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v.24, p.85-104, dezembro, 2002.

CALLISTER, Willian David Junior; RETHWISCH, David G. **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução**. v. 8ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2013.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan Güntzel. Aprender Química: Promovendo Excursões em Discurso da Química. . In: MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso.(org). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2010.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SILVA, Erivanildo Lopes. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos, **Revista Ensaio**, v.12, n.01, p.110-118, jan/abril, Belo Horizonte, 2010.

MOL, Gerson de Souza; SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; **Química Cidadã**, volume 03, p. 269-270, 2ª edição, São Paulo 2013

PALMA, Maria Helena Cunha; TLERA, Vera Aparecida e Oliveira. Oxidação de metais. **Química Nova na Escola**, n. 18,p. 52-54, Novembro 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (org.). A química perto de você: experimentos de baixo custo para a sala de aula do ensino fundamental e médio. Organizador: **Sociedade Brasileira de Química**. – São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.