

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

REFERENCIAIS CURRICULARES NACIONAIS
DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
DE NÍVEL TÉCNICO

ÁREA PROFISSIONAL: **MINERAÇÃO**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

REFERENCIAIS CURRICULARES NACIONAIS
DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
DE NÍVEL TÉCNICO

ÁREA PROFISSIONAL: **MINERAÇÃO**

BRASÍLIA
2000

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

**REFERENCIAIS CURRICULARES NACIONAIS
DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
DE NÍVEL TÉCNICO**

ÁREA PROFISSIONAL: MINERAÇÃO

SUMÁRIO



I. APRESENTAÇÃO	7
II. DELIMITAÇÃO E INTERFACES DA ÁREA	9
III. CENÁRIOS, TENDÊNCIAS E DESAFIOS	13
IV. PANORAMA DA OFERTA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	31
V. PROCESSO DE PRODUÇÃO NA ÁREA	33
VI. MATRIZES DE REFERÊNCIA	35
VII. INDICAÇÕES PARA ITINERÁRIOS FORMATIVOS	51
ANEXO	53

II - DELIMITAÇÃO E INTERFACES DA ÁREA



Por atuar na produção de matéria-prima para, basicamente, toda a cadeia da indústria da transformação, a área de mineração possui interface com diversas outras áreas do conhecimento. Além disso, a atividade em si de mineração envolve uma grande diversidade de processos, mantendo ainda mais estreita essa sua relação com outras áreas. A seguir serão descritas as principais áreas de interface da mineração:

a) Indústria / Metalurgia

Neste caso a interface ocorre dentro de um dos processos em si da área de mineração, o chamado tratamento de minérios, até os processos metalúrgicos quer sejam eles hidro ou pirometalúrgicos.

No Brasil, os postos de trabalho na área de tratamento de minérios, tanto de nível superior quanto técnico, são ocupados por profissionais com formação nas áreas de mineração, metalurgia e, também, química. Destes, os técnicos em mineração e engenheiros de minas são aqueles que recebem uma formação mais abrangente e qualificada para atuar nos processos de tratamento de minérios. Entretanto, também os demais profissionais citados recebem uma formação básica que associada a outros conhecimentos específicos de seus cursos permite as suas atuações nesta subárea do conhecimento da mineração.

A referência feita anteriormente em relação a ser este um cenário brasileiro, decorre do fato de que em alguns outros países da Europa, nos Estados Unidos, e nos países da América do Sul, o tratamento de minérios não está incluído como matéria dos cursos técnicos de mineração e de engenharia de minas, estando, normalmente, associada aos cursos de metalurgia. Este é um cenário que tem se modificado nos últimos cinco anos. Por exemplo, nos Estados Unidos, universidades conceituadas na área de mineração, como a Colorado School of Mines e a Michigan Technological University, transferiram os professores e projetos da área de mineração dos Departamentos de Metalurgia para os de Mineração, aproximando o modelo americano daquele historicamente adotado no Brasil.

Em relação à interface com os processos da metalurgia, sejam eles hidro ou pirometalúrgicos, esta se dá em razão da necessidade de se conhecer as variáveis destes processos e suas relações com a matéria-prima fornecida pela mineração. Usualmente, os cursos de formação de profissionais para a mineração apresentam como matéria integrante de seus currículos “noções de metalurgia” e, por isso mesmo, é comum encontrar-se esses profissionais atuando em processos metalúrgicos, principalmente, aqueles associados à concentração de ouro.

b) Química e Engenharia Química

Como já mencionado anteriormente, a interface com a química ocorre na área onde os processos de tratamento de minérios são aplicáveis, mais comumente, os processos de cominuição. Os processos de cominuição são utilizados em grande parte da indústria química, desde a indústria de alimentos até a de cosméticos. Entretanto, não é usual encontrar profissionais da área de mineração ocupando postos de trabalho na indústria química, embora a recíproca não seja verdadeira, como exemplificado no item “a”.

Uma área de trabalho comum aos profissionais da mineração e da química é a petrolífera. A atuação de ambos os profissionais neste caso requer conhecimentos bastante específicos. Neste caso, existe uma atuação do profissional da mineração que vai desde a perfuração de poços, manutenção destes poços, atividades mais específicas destes profissionais, até as operações de refino, de processamento do coque, entre outras, mais típicas do profissional da área química.

c) Indústria / Mecânica

A área mecânica tem interface com a mineração tanto na sua subárea de conhecimento denominada de mecânica dura quanto na térmica. O primeiro caso envolve uma relação estreita com as máquinas utilizadas na mineração, de caminhões a escavadeiras, de britadores a minhos, entre outros. Usualmente, o técnico de mineração é responsável pela manutenção dos equipamentos e, portanto, uma boa noção de mecânica faz-se necessária à sua atuação mais qualificada. É comum, em mineradoras de pequeno porte, ter-se técnicos de mineração resolvendo todos os problemas de mecânica.

A subárea térmica, da área mecânica, mais especificamente a termodinâmica, relaciona-se diretamente aos problemas de ventilação de minas, muito importantes no desenvolvimento dos trabalhos mineiros de minas subterrâneas. Os profissionais da área de mineração atuam neste caso

desde o projeto dos sistemas de ventilação até a sua manutenção, numa grande interface com a área de mecânica.

d) Meio Ambiente

Esta é uma área por si só extremamente multidisciplinar. No caso da mineração ela envolve desde o controle da poluição até a recuperação de áreas degradadas. Quaisquer que sejam os profissionais envolvidos na equipe ambiental de uma mineração, o profissional específico da área deverá ter um papel importante. Por exemplo, o planejamento da recuperação de áreas degradadas deverá acompanhar o próprio desenvolvimento da mina e nenhum outro profissional estará tão habilitado para fazê-lo quanto aquele da mineração.

Há, ainda, questões ambientais, também com interface no campo de segurança do trabalho, afeitas à estabilidade de taludes e de escavações subterrâneas, cuja competência técnica está vinculada aos profissionais da área de mineração, com grande interface com a área da Construção Civil e de obras rodoviárias.

Nos últimos anos tem se fortalecido um novo campo de trabalho para os profissionais da mineração, no que se refere à área ambiental, que é o da reciclagem de resíduos sólidos industriais e de recuperação de metais em efluentes de mineração. Em ambos os casos, os conhecimentos adquiridos por estes profissionais na área de tratamento de minérios os habilita a atuar com grande competência nessas atividades. Recuperação de metais em efluentes de mineração por flotação, separação e recuperação de diferentes componentes de sucatas de automóveis (ferro, plástico, vidro, etc), através de separações magnéticas e densitárias e flotação, são exemplos do uso de técnicas de tratamento de minérios para a recuperação de metais em efluentes de mineração e reciclagem de resíduos sólidos industriais, respectivamente.

e) Construção Civil

Esta é uma área de grande interface com a mineração no que diz respeito à geotécnica e sua relação com a mecânica de rochas. A determinação de estabilidade dos taludes em obras rodoviárias, a construção de barragens e as aberturas de vias subterrâneas exigem competências e habilidades nas matérias de geologia de engenharia e mecânica de rochas, afeitas aos currículos de formação do profissional da mineração.

Ainda, em termos de obras civis, as fundações de casas e edifícios são, também, de competência dos profissionais da mineração.

Surgida nas duas últimas décadas, a implosão de grandes obras civis também aparece como uma interface da área de mineração com a construção civil. Na realidade, os profissionais habilitados para a execução desta tarefa, com cálculos precisos de quantidade e disposição de explosivos, são aqueles com formação na área de mineração.

f) Indústria / Eletrônica e Informática

O modelamento matemático das operações unitárias da mineração, o uso de recursos computacionais no planejamento das atividades mineiras e o controle e automação de seus processos têm criado uma grande interface com as áreas de Informática e Indústria / Eletrônica, respectivamente.

Hoje, os desenhos de mapas de mina deixaram de ser realizados em prancheta para serem realizados em computadores, utilizando-se o AutoCad. Diversos outros programas computacionais são utilizados para o planejamento de lavra, além da modelagem e controle e automação das operações unitárias, tanto da lavra quanto do tratamento de minérios.

Existe uma tendência, cada vez maior, de que a mineração se torne totalmente automatizada; portanto, manter os postos de trabalho para os profissionais da mineração, no setor mineral, significa, necessariamente, incorporar às suas formações competências e habilidades de matemática, computação e eletrônica.

Evidentemente, essas interfaces entre as áreas profissionais de Mineração e Indústria, Química, Meio Ambiente, Construção Civil e Informática são indicativas de conteúdos curriculares comuns e interligados, recomendando a implantação e o desenvolvimento concomitante, seqüente ou alternado de cursos ou módulos dessas áreas em uma mesma unidade escolar ou em mais de uma, integradas por acordos, parcerias ou convênios.

III - CENÁRIOS, TENDÊNCIAS E DESAFIOS



Discutir as tendências da mineração no Brasil deve passar, necessariamente, por uma avaliação dos fatores internos e externos que configuram os seus ambientes de desenvolvimento. De uma maneira geral, existem algumas tendências do mundo moderno que afetam particularmente a mineração, quais sejam:

- fazer mais com menos;
- reciclagem dos materiais;
- substituição dos metais por plásticos, cerâmica e outros compostos;
- aumento das pressões econômicas e políticas de controle ambiental;
- mudança da dependência de materiais para a dependência da tecnologia.

A mineração destaca-se no cenário econômico nacional, contribuindo com 2% a 3 % do PIB, exportações, em média, de US\$ 5,9 bilhões (12,5% do total brasileiro), saldo comercial de US\$ 3,3 bilhões, 1.400 empresas e 100 mil empregos diretos (Fingere, 1997).

Apesar dessa importância econômica e mesmo sendo considerado um dos dez maiores produtores mundiais, o Produto Mineral Bruto brasileiro (US\$12,0 bilhões) é menor que o de países como a Austrália (US\$ 17,4 bilhões) e África do Sul (US\$ 14,4 bilhões). A Tabela I apresenta a posição de alguns dos mais importantes minérios brasileiros no mundo, em termos das suas reservas de minério e produção.

Mesmo sendo considerado um dos dez maiores produtores de minério do mundo, com importantes províncias minerais como a de Carajás (PA) e o Quadrilátero Ferrífero (MG), a geologia do país é pouco conhecida, o que oferece boas perspectivas para o futuro da área.

Tabela I – Alguns minérios brasileiros e seus posicionamentos no ranking mundial.

Minério	Reservas		Produção	
	Posição	Part. (%)	Posição	Part. (%)
Nióbio	10	88,3	10	88,3
Caulim	20	14,1	40	4,2
Bauxita	30	13,6	40	8,8
Ferro	50	8,7	20	17,7
Manganês	50	1,4	50	12,7
Estanho	70	7,2	40	10,4
Ouro	80	1,8	70	2,9

Fonte: Fingerl, 1997.

Tradicionalmente, o Brasil investe pouco na área de pesquisa e prospecção de minérios, comparada àquele destinado à lavra e produção. Tome-se, como exemplo o quadro de investimentos no setor nos últimos 18 anos. No período acumulado entre 78/ 85 até 86/89 houve um crescimento linear de mais de US\$ 250 milhões e um decréscimo na pesquisa e prospecção em torno de US\$ 150 milhões, o que permitiu um saldo positivo em relação a investimentos na área. Entre os períodos de 86/89 até 90/94, esse investimento é reduzido em torno de US\$ 200 milhões se contrapondo a um crescimento da injeção de recursos para a pesquisa e prospecção em cerca de US\$ 100 milhões, o que resultou em uma queda do investimento total no setor. A partir de 1994, observa-se uma recuperação do setor, traduzida por um crescente investimento tanto na prospecção e pesquisa quanto na lavra e produção.

O Plano Plurianual do DNPM de 1994 estimou que seria necessário um aporte de capital no setor mineral brasileiro, até o ano 2010, de US\$ 35 bilhões, supondo-se um crescimento no PIB de 5% ao ano, em média. Deste montante, US\$ 4 bilhões deveriam ser destinados à exploração mineral (prospecção e pesquisa) e os US\$ 31 bilhões restantes a projetos de implantação, expansão e manutenção ou retomada de capacidade de produção (sem considerar a provável existência de capacidade ociosa). Os valores estimados foram baseados na análise de 30 substâncias, correspondendo a cerca de 80% da produção mineral.

Contrapondo-se a esse cenário requerido pelo Plano Plurianual, as Tabelas 2 e 3 mostram os investimentos previstos em mineração no Brasil e no mundo, considerando-se projetos conhecidos pelo BNDES, para realização no período de 1996 a 2000.

Tabela 2 – Investimentos previstos: Projetos conhecidos – 1996/2000 (não incluída a China).

Área Geográfica	US\$ bilhões	%
Mundo	20,0	100
América Latina	7,5	37
Brasil	3,2	16
América do Norte	4,0	20
Ásia e Oceania	5,4	28
África	3,0	15

Fonte: Fingere 1997.

Tabela 3 – Brasil: Investimentos previstos – Projetos conhecidos – 1996/2000 – BNDES.

	US\$ milhões
Minério de Ferro	544
Ouro	509
Níquel	233
Cobre	1.500
Subtotal	2.786
P&D - BNDES/CVRD	410
Total	3.196

*Inclui investimentos estrangeiros

Fonte: Fingerl, 1997.

De qualquer forma, o Plano Plurianual do DNPM foi de grande importância no direcionamento da retomada do crescimento da mineração no Brasil, a partir de 94/95. São exemplos de ações recomendadas pelo Plano:

- O Governo deve incentivar, prioritariamente, dois programas de grande alcance para o setor mineral:
 - expandir os distritos mineiros já existentes, revelando todo o seu potencial e ampliando e aprofundando os seus vínculos com a economia local ou regional,
 - dar continuidade à abertura de novos empreendimentos minerometalúrgicos na Amazônia, ou expandir aquelas em operação, considerando o seu vasto potencial e as necessidades da sua população.
- As causas da flutuação de investimentos no setor mineral são, basicamente, as questões políticas e econômicas internas, a demanda e preços externos e as questões ambientais. É exemplo da influência política na mineração a queda acentuada do setor observada no período acumulado de 1989 a 1994, em virtude das restrições ao capital estrangeiro imposto pela Constituição de 1988. Da mesma forma, o crescimento observado a partir de 1994 foi função da Reforma Constitucional de 1995, que passou a dar um tratamento isonômico ao capital estrangeiro.

Outros fatores políticos e econômicos internos têm sido causas do crescimento do setor, a partir de 1994, principalmente através de investimentos do exterior: a estabilidade monetária, a desregulamentação, a privatização, livre remessa de lucros e dividendos, isenção do ICMS sobre a exportação de semi-acabados, redução da tributação sobre o lucro de 48,2% em 1989 para 30% em 1996, entre outras.

Quanto ao cenário externo, cujo reflexo na economia e, portanto, na produção mineral brasileira, se faz de forma profunda, grandes mudanças político-econômicas têm sido operadas. É preciso encarar a realidade da divisão do mundo em blocos regionais nos quais países líderes estreitam suas

relações com outros países, sem que seja atendida a idéia da multilateralidade de comércio mundial promovida pelo Gatt, atual OMC (Organização Mundial do Comércio), no âmbito das Nações Unidas. Os seguintes blocos podem ser caracterizados:

- a União Européia, que tem dado prioridade ao estreitamento das relações comerciais com os Pecos, futuros membros do bloco asiático, países da África Mediterrânea (PMS) e com as suas ex-colônias da África e América Central;
- os Estados Unidos estão fortemente ligados ao Nafta e aos países da “Asia Pacific Economic Cooperation” (Apec). Mas, ao mesmo tempo, acenam com a perspectiva de abertura do seu mercado para a América do Sul e Central;
- o espaço asiático que se encontra em completa reestruturação interna e no aprofundamento do seu relacionamento com a Austrália.

Neste cenário mundial insere-se ainda o Mercosul, no qual as relações no setor mineral ainda estão a desejar. Para um melhor entendimento desta questão, faz-se necessário rever algumas das questões político-econômicas que delimitam o setor mineral desses países, em especial o Brasil, Argentina e Chile.

Ainda tem sido citado como um importante foco de promoção e atração de investimentos para a área mineral a articulação com a opinião pública, objetivando uma melhor receptividade e percepção pela comunidade, empresas e investidores nacionais e estrangeiros da importância da mineração no desenvolvimento sustentável do país.

De qualquer forma, seja interna ou externamente, num mundo globalizado, as mineradoras devem se preocupar com os caminhos para o ganho de competitividade, com base em um desenvolvimento sustentável, e esses caminhos passam normalmente pela alta qualidade dos produtos, alta recuperação e a redução do impacto ambiental.

A Tabela 4, oferece uma perspectiva da evolução das exportações minerais brasileiras, considerando os seguintes tipos de bens minerais: minerais industriais, metálicos, gemas e energéticos.

Tabela 4 – Exportações da Indústria Extrativa Mineral por Tipo de Bem Mineral.

Tipos de Bens Minerais	Indústria Extrativa Mineral				
	1990		1994		% 90 - 94
	US\$ M	%	US\$ M	%	
Total	3.259,5	100	2.759,6	100	-15,3
Minerais Industriais	167,3	5,1	212,0	7,7	26,7
Metálicos	3.032,1	93	2487,8	90,2	-18,0
Gemas	59,8	1,8	55,3	2,0	-7,5
Energéticos	0,3	0,0	4,5	0,2	1212,3

Fonte: Rego et al., 1995.

Os resultados da Tabela 4 mostram claramente que os únicos setores minerais que cresceram no período de 1990 a 1994, independentemente das questões políticas de pouco investimento no setor por parte de capital estrangeiro, em virtude da Constituição de 88, foram os minerais industriais e os energéticos.

O saldo negativo das exportações no período se deve, principalmente, à queda nos bens metálicos, entre os quais foram responsáveis o ferro com - 17% e a bauxita com -37%. O crescimento das exportações em relação aos minerais industriais não foi suficiente para equilibrar esta perda com os metálicos. Dos bens minerais, os industriais contribuíram significativamente para o crescimento do setor, as rochas ornamentais (+68%), argila (+64%) e vidro (+76%).

No caso específico dos minerais energéticos, a contribuição mais significativa foi a do Petróleo. O carvão mineral pouco tem contribuído desde que se encontra com a sua produção estagnada.

3.1. MINERAIS NÃO METÁLICOS

O momento é de reavaliação do custo operacional dos produtos brasileiros, agregando a eles, preços competitivos. O Brasil consome, hoje, 50 milhões de m² por ano de mármore, granitos, ardósias, quartzitos, basaltos, serpentinitos e pedras brutas recortadas para revestimento e com um grande mercado consumidor, o que requer grandes investimentos no setor.

Dos bens minerais não metálicos não explicitados nas Tabelas 4 e 5, tem merecido destaque a produção de brita no país, para consumo interno, como agregado da construção civil. A indústria de brita tem investido tanto na modernização da sua produção quanto na questão ambiental. Várias das mineradoras de brita têm um complexo cenário ambiental, desde que muitas delas coexistem com grandes centros urbanos.

O segmento de produção de britas, segundo o Plano Plurianual de 94 do DNPM, é aquele que mantém o maior número de empresas e trabalhadores e o único presente em todos os Estados brasileiros. Entretanto, este segmento, embora faça por merecê-lo, não possui estatísticas confiáveis (1996). Na realidade a mineração de brita fica a desejar em todos os aspectos, incluindo-se aí os ambientais. Com certeza novas tecnologias deverão, obrigatoriamente, subsidiar o desenvolvimento do setor.

Dentro ainda do setor da construção civil, as rochas ornamentais merecem alguns comentários, por formarem um quadro bastante atípico. Cerca de 95% das empresas divididas em micros, pequenas e médias trabalham diretamente ligadas ao consumidor final. As rochas extraídas, em conformidade com as cores da moda e padrões de qualidade, têm comprador certo: o mercado

internacional. Por sua vez, as serrarias, em busca de blocos de melhor qualidade e, visando maior aproveitamento de suas cargas, também encontram problemas na aquisição de matéria-prima, desenvolvendo um árduo trabalho quando não mineram.

Merecem ainda comentários, por terem assumindo um importante papel na economia do país, a produção de fosfato e de caulim.

Assim como os papéis das áreas de telecomunicações e energia, as ações de empresas de fertilizantes minerais estão entre as mais valorizadas do mercado financeiro. Segundo os especialistas, os melhores desempenhos virão das empresas que têm sua produção mais verticalizada, ou seja, produzindo concentrado de fosfato, ácido sulfúrico, enxofre, ácido fosfórico e amônia.

As minas atualmente em operação são as da Arafertil, Fosfertil (Araxá e Patos de Minas) em Minas Gerais, Ouidor (Coperbrás) e Catalão (Ultrafertil), em Goiás e Jacupiranga (Serrana), em São Paulo.

Um exemplo das expectativas positivas para o setor é o investimento anunciado pela Fosfertil de um contrato de US\$ 57 milhões com a francesa Krebs&Cie. para a construção de uma nova unidade de produção de ácido sulfúrico e ampliação das unidades de produção de ácido fosfórico e fertilizantes.

Este quadro de expectativas para o fosfato ocorre na mesma intensidade em países do Primeiro Mundo, como os Estados Unidos, que apostam na política de crescimento da agricultura para armazenamento de grãos em todo o mundo.

No caso do caulim, este é um bem mineral que vem aumentando o seu valor no mercado internacional de forma contínua. A CADAM, Caulim da Amazônia, com 61,48% das ações pertencentes ao Grupo CAEMI, é um dos maiores produtores nacionais, seguidos pela ECC do Brasil Mineração e a Empresa de Mineração Horii, estas duas localizadas em São Paulo e abastecendo o mercado interno. Um dos mais significantes acontecimentos no setor deu-se em 1992 com o desenvolvimento de extensas reservas de caulim, descobertas pela CVRD, em 1988, na região de Rio Capim, no Pará.

3.2. MINERAIS METÁLICOS

Em todas as Tabelas de produção e exportação de bens minerais no Brasil, apresentadas anteriormente, observa-se uma queda acentuada do setor de bens minerais metálicos.

Crowson, em seu artigo intitulado "Global economic trends and demands for minerals", faz um interessante relato sobre as causas da diminuição do consumo global de metais no mundo. Segundo o autor, a mudança do centro geográfico econômico do Atlântico para o Pacífico e as mudan-

ças tecnológicas causaram um grande impacto no consumo de bens minerais em todo o mundo. A principal causa das mudanças tecnológicas foi a subida nos custos do petróleo, em 1970, que levou à busca de redução de custos, de processos e produtos com menor custo energético e economia no uso de materiais. Daí surgiram os avanços na área dos chamados novos materiais, que vêm gradativamente substituindo os metais.

Outro aspecto levantado pelo autor diz respeito aos países em industrialização que hoje lançam mão da tecnologia disponível no mundo sem passarem pela fase de implementação da sua indústria de base. Como exemplo é citado o uso da telefonia móvel que fez com que muitos desses países não tivessem passado pela instalação inicial da telefonia de cabos, que tanto consumiram metais como o cobre, nos países chamados de desenvolvidos. Assim, qualquer que seja o estágio de desenvolvimento industrial de países do Terceiro Mundo, a tendência é de que o seu consumo de bens minerais que fizeram a base industrial dos países desenvolvidos seja menor e, certamente, diferente.

Faz-se interessante pontuar que nos Estados Unidos, um país que pelo seu nível de desenvolvimento tecnológico tem grande demanda de metais, a demanda de metais não é potencializada apenas pelo setor de manufatura mas, também, pela indústria da construção civil e estradas (highways). Juntos, esses dois setores são responsáveis pela demanda de aço, alumínio e cobre, entre outros.

Chama a atenção, em particular, a demanda de aço pela construção civil nos Estados Unidos, por causa de sua utilização em estruturas metálicas. No Brasil, esta não é, ainda, uma tecnologia estabelecida. Mesmo em estados produtores de ferro e aço, como é o caso de Minas Gerais, isto não ocorre na escala que se poderia esperar. Uma constatação da não difusão deste tipo de tecnologia é a ausência em vários currículos de Engenharia Civil no país desta matéria. A USIMINAS e a Escola de Engenharia da UFMG, que possui alguns dos maiores especialistas da área no Brasil, esperam em conjunto poder estabelecer o uso de estruturas metálicas na construção civil, pelo menos no âmbito estadual.

Um outro enfoque para justificar o decréscimo do consumo de metais no mundo é dado por Miller da "Mining Association of Canada". O autor atribui parte desse decréscimo às novas exigências ambientais, em capítulo do seu artigo que ele intitula »The War Against Metals«, que atribuem aos metais um alto nível de toxicidade. Segundo Miller, as restrições aos metais têm sido evocadas por grupos de países desenvolvidos, principalmente da Europa, os quais parecem dividir os materiais em apenas dois grupos: os bons e os maus ou tóxicos, sem qualquer qualificação em relação às questões de riscos à saúde pela dosagem e exposição a esses materiais. Para minimizar esses movimentos o autor sugere uma aliança das companhias produtoras de metal, organizações nacionais e internacionais, em todo o mundo, para defenderem-se desse tratamento.

Apesar desta realidade de diminuição da demanda mundial por metais há, ainda, no Brasil, substanciais investimentos no setor, como apresentado na Tabela 2, para ferro, ouro e níquel.

O ouro merece destaque especial desde que este ainda é considerado como o metal mais nobre da exploração mineral. No caso do ouro, a fase atual de baixa cotação no mercado internacional pode representar para o Brasil uma vantagem competitiva, chamada de “uma nova corrida do ouro”. Segundo relato na revista Minérios & Minerales de 1997, o The Wall Street Journal, em sua edição de 22 de janeiro deste ano disse que: “o brilho do ouro e de outros metais preciosos, que levou ao estabelecimento de exploradores no Brasil, está levando as multinacionais de mineração a redescobrir a nação continental séculos depois”.

O motivo para essas considerações é as notícias vindas da África do Sul de que a mineração de ouro naquele país está conhecendo momentos sombrios. Somente no primeiro trimestre deste ano 26 minas da região de Johannesburgo perderam dinheiro. O motivo é o alto custo da exploração subterrânea de suas minas aliadas à baixa cotação do ouro. É nesse contexto que se insere a competitividade brasileira, ao dispor de minas, como a de Carajás, que opera a céu aberto.

Soma-se às condições econômicas mais favoráveis de produção do ouro no Brasil que em outros países grandes produtores do metal a perspectiva de descoberta de novos jazimentos, desde que, como comentado anteriormente, o território nacional não tem ainda bem avaliado todo o seu potencial mineral.

Um outro bem mineral metálico que vem assumindo importância crescente no mundo, é a produção de lítio. O lítio, além do seu uso já estabelecido como componente na produção de graxas e de alumínio primário, e como mineral estratégico nos setores nuclear e aeronáutico, tem se tornado a vedete dos bens minerais na perspectiva de avanços tecnológicos como os carros elétricos, dos quais o lítio seria o componente de suas baterias.

O mercado de lítio, segundo a revista Mining Magazin, deve mudar com a virada do século e o Chile, hoje 2º produtor mundial (22%) deverá ocupar o primeiro lugar, produzindo 40% do lítio que abastecerá o mercado mundial. A Austrália, hoje com 15%, deve passar à segunda produtora, e a Argentina será o 3º com 11%. A Rússia e outros países dividirão o restante do bolo. Essa perspectiva de mudança vem a partir do fechamento de minas dos Estados Unidos, responsável, hoje, por 35% do mercado. As empresas americanas que produzem o lítio, através de pegmatitos muito duros, estão trocando-os pelas salmouras da América do Sul, como é o caso da Cyprus Foote Minerals que fechou a sua mina na Carolina do Norte para iniciar a sua produção nas salmouras de Salar de Atacama, no Chile.

Após a exposição desses fatos, parece possível concluir que o Brasil deve investir na produção de lítio. Hoje, o país conta, basicamente, com uma mina da Companhia Brasileira de Lítio (CBL) na região do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. Até o final de 1998 a empresa, que investiu ao longo dos últimos anos US\$ 26 milhões, deverá ter instalado os equipamentos de flotação do

espudumênio, mineral fonte do lítio, passando a ganhar em termos de escala de produção e melhor aproveitamento dos finos.

Além da tradicional preocupação com o desenvolvimento tecnológico das áreas de lavra e do beneficiamento de minérios, algumas outras áreas têm merecido atenção em virtude de seus impactos na produtividade e no controle ambiental. São exemplos dessas áreas a caracterização tecnológica dos minérios e a geotécnica.

A seguir serão apresentadas as principais tendências de desenvolvimento tecnológico na mineração, por área de atividade.

3.3. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINÉRIOS

Com o esgotamento das reservas de minérios de alto teor, de liberação em granulométricas mais grosseiras e pouca presença de finos, a pesquisa e o desenvolvimento na mineração têm se voltado para minérios bastante complexos, sob o ponto de vista dos seus aspectos químicos, mineralógicos e físicos.

Para esses minérios, a caracterização tecnológica é uma etapa imprescindível, tanto na definição do planejamento da lavra, do melhor fluxograma de beneficiamento quanto no controle das minas já em operação.

A caracterização tecnológica se divide na caracterização mineralógica e a tecnológica propriamente dita. Na primeira são realizados todos os estudos que levam ao conhecimento das características físicas (granulometria, densidade, porosidade, etc.), químicas (teor de elementos) e mineralógicas (minerais que constituem o minério) e na segunda ensaios de laboratório ou em escala piloto, com base nos estudos de caracterização mineralógica, para estudar o comportamento do minério frente aos processos de beneficiamento, visando à sua concentração.

Atualmente, as grandes empresas de mineração possuem laboratórios de caracterização mineralógica, dotados de equipamentos informatizados, capazes de fornecer em poucos segundos resultados gráficos de distribuição de tamanhos, análises químicas de grande precisão e imagens dos grãos minerais com perfeita identificação de suas liberações e características físicas de superfície. As de menor porte, que não comportam os investimentos de alto custo em equipamentos sofisticados de caracterização, têm, usualmente, seus ensaios realizados em centros de pesquisa e universidades, dotados com essa capacidade.

Usualmente, a fase da caracterização mineralógica está mais ligada à área de geologia, principalmente na fase de exploração da jazida. Já a caracterização mineralógica está ligada à própria engenharia da mina e é usualmente de competência do engenheiro de minas.

A importância da caracterização tecnológica do minério para o beneficiamento é bastante óbvia, desde que o mais correto é desenvolver o seu fluxograma com base nos estudos de caracterização. Quanto a sua utilização no planejamento da lavra, nem sempre a sua utilização é tão óbvia, embora de grande relevância. Por exemplo, mais do que realizar o planejamento da lavra com base nos teores, na mineralogia e às vezes na dureza das diversas tipologias de minérios existentes em uma mesma jazida, é importante estar atento ao comportamento dessas diversas tipologias de minério no beneficiamento. Muitas vezes minérios com teores e mineralogias semelhantes mas com os minerais apresentando rugosidade e porosidade diferente podem ter comportamentos totalmente diferentes na concentração por métodos físico-químicos, como a flotação. Daí a importância de se ter a caracterização tecnológica dessas diversas tipologias de minério.

Na área da caracterização o grande desenvolvimento tecnológico está ligado aos seus equipamentos. Um exemplo dessas evoluções foi o surgimento dos microscópios de varredura eletrônica. Hoje, em uma microsonda eletrônica, é possível visualizar, fotografar e ter uma análise química aproximada dos principais elementos de uma partícula mineral, em poucos segundos. Nos Estados Unidos e já adotado no Brasil, por exemplo na UFRJ, uma das últimas novidades da área tem sido a utilização de tomógrafos computadorizados, que superam a microsonda eletrônica por serem capazes de analisar a partícula em profundidade.

É importante estar atento ao fato de que nem sempre a educação dos profissionais de nível médio e superior da mineração no Brasil tem incluído essa área do conhecimento em seus currículos, de forma adequada.

3.4. GEOLOGIA, PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA LAVRA

Estas talvez sejam as áreas cujo desenvolvimento passado e futuro mais depende do avanço da informática em seu hardware.

Um exemplo típico do desenvolvimento da tecnologia de suporte para essas áreas está no uso das estações de trabalho mais avançadas como o GPS.

Além disso, o uso das técnicas de simulação, capazes de analisar vários cenários de múltiplas variáveis, de maneira rápida, permite o trabalho com a realidade virtual, antes da tomada definitiva de decisões. Hoje, por exemplo, os projetos de cava ainda são desenvolvidos com algoritmos concebidos para duas dimensões adaptados para a terceira dimensão. A nova geração de computadores de 64 bits certamente deverá suportar softwares que permitam a otimização do projeto de cava a três dimensões.

As tendências de desenvolvimento da informática nessas áreas devem passar necessariamente pelo uso pleno de técnicas geoestatísticas.

3.5. GEOTÉCNICA

A geotecnia tem sido utilizada na mineração mais como uma técnica de estudo de prevenção de desmoronamento das áreas potencialmente passíveis de ruptura, o que está aquém do seu real potencial de utilização.

A geotecnia pode impactar significativamente tanto a escavação quanto a disposição de rejeitos. Os estudos relacionados à otimização dos ângulos dos taludes das escavações ou mesmo das bacias de rejeito pode ter conseqüências bastante positivas em termos do volume do material a ser escavado e da capacidade da bacia de rejeitos.

A área tem passado por grande desenvolvimento em termos da criação de softwares aplicativos

3.6. LAVRA

A área de lavra tem sido aquela que mais impactos tem recebido em relação ao desenvolvimento tecnológico.

As tendências tecnológicas para a área baseiam-se no conceito da "mina inteligente", entendido como aquela mina que consegue uma regularização da sua capacidade em tempo real. O desenvolvimento da "mina inteligente" dependerá de um nível intenso de pesquisa em temas como a gestão dos recursos, produção em tempo real e a automação dos equipamentos de lavra e da sua manutenção.

Nas últimas décadas a área de lavra sofreu profundas transformações em termos de uma intensa utilização da informática, com a disponibilização no mercado de diversos softwares.

No âmbito da automação espera-se nos próximos anos a utilização de vários recursos, como os exemplificados abaixo:

- caminhões autônomos, que dispensam a presença de motorista, o que potencializa as operações sob má visibilidade, com conseqüente redução ou eliminação do tempo perdido na troca de turnos.
- Sistemas contínuos que desmontam, carregam e transportam o minério em uma única operação.
- uso de correias transportadoras de alto ângulo nas cavas, com grande economia no custo de transporte.
- sistemas de automação e controle dos motores dos caminhões pesados. A Cummins, uma das maiores fabricantes de motores para esse tipo de caminhões, já se utiliza de um controle eletrônico ligado à informática, capaz de monitorar a pressão e temperatura do óleo e da

água dos motores, processar esses dados e sugerir as correções a serem feitas, tudo isto alocado em um painel na cabine, permitindo ao operador uma correção em tempo real dos possíveis problemas, evitando as paradas demoradas dos caminhões nos sistemas de manutenção.

No que tange à lavra subterrânea, vários avanços têm sido obtidos para aumentar a produção e, principalmente, permitir níveis de segurança no trabalho mais apropriados.

Hoje, os guinchos utilizados nas rampas de transporte das minas subterrâneas podem ser substituídos por caminhões que podem se viabilizar mesmo a profundidades de 600 metros. Já os poços verticais que são ainda a solução para os empreendimentos de vida útil superior a 12 anos e profundidade acima de 600 metros, tem tido uma grande evolução para a automação. Hoje, é possível realizar certos trabalhos, a grandes profundidades, sem intervenção humana.

A tendência geral nos projetos de mina subterrânea é a automação através das redes de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). Os novos projetos deverão contemplar as seguintes tecnologias:

- controle de sistemas fixos (ventilação, drenagem, britagem, etc.) através das redes CLPs e sistemas de supervisão centralizados baseados em softwares de supervisão e gerenciamento;
- controle e acionamento de guinchos em rampas e poços através de conversores de frequência e CPLs;
- equipamentos móveis utilizando computadores de bordo para monitoramento e controle dos motores;
- sistema de comunicação móvel dentro das minas baseado em Leaky Feeder (cabo especial instalado no teto de todas as galerias, rampas e poços, que propaga sinais de rádio) ou DAS (sistema de rádios fixos transmissores e receptores, interligados por cabos de comunicação e comandados por um sistema central, funcionam de forma semelhante a um celular);
- integração com sistemas de gestão empresarial fazendo com que os dados de produção sejam parte integrante das informações corporativas.

3.7. BENEFICIAMENTO

A simulação, modelagem e controle dos processos de beneficiamento são conhecidos e utilizados há muito tempo nesta área.

Dentre as operações do beneficiamento, a fragmentação, na sua etapa de moagem, é aquela que tem recebido maiores atenções, em virtude de seu grande impacto no custo do projeto em termos

de consumo de energia. O impacto da energia no custo da moagem está em torno de 80% e, sabidamente, grande parte deste alto consumo energético é perdido em termos de ruído e calor.

Soma-se ao alto custo energético das operações de moagem os custos com reposição dos corpos moedores metálicos e revestimento dos moinhos revolventes. Esse problema tem sido estudado tanto sob o ponto de vista de alterações no processo em si quanto de novos equipamentos.

No caso específico de novos processos, a moagem chamada de autógena, com substituição da tradicional carga moedora metálica pelo próprio minério, tem sido cada vez mais equacionada, em seus aspectos teóricos e práticos. Hoje a moagem autógena ou semi-autógena (substituição parcial da carga metálica) é uma realidade operacional em diversas minas. Quanto aos novos equipamentos, superfícies internas dos moinhos, composições químicas e estruturais da carga metálica, entre outras, têm sido alvo de muitas investigações.

Em relação às tentativas de se diminuir os impactos energéticos, além da ajuda dada pela melhoria dos processos existentes, existe o empenho na fabricação de novos equipamentos. Um exemplo desses equipamentos é o moinho de prensa de rolos de alta pressão que possibilitam a redução do consumo energético dos 15 a 20 kWh/t dos moinhos revolventes de carga metálica para 5kWh/t.

Nas operações de concentração o maior desenvolvimento tecnológico das últimas décadas foi a coluna de flotação. Substituindo as tradicionais células de flotação as colunas permitem um maior aproveitamento dos finos, uma maior seletividade, menor consumo de reagentes e produto final de maior teor. As usinas de beneficiamento que se utilizam da flotação como processo de concentração estão, paulatinamente, substituindo as suas células convencionais pelas colunas de flotação.

3.8. MEIO AMBIENTE

As Séries ISO (International Organization of Standardization) 9000 e 14000, conhecido como o código de normas estipuladas a partir do Acordo Sobre Barreiras Técnicas ao Comércio do GATT (General Agreement on Tariffs and Trade), foram importantes passos nas exigências de qualidade de qualquer produto (ISO 9000), produzido através de um controle ambiental (ISO 14000), indiferentemente do porte das empresas.

A série ISO 14000 preconiza que a administração de qualquer empreendimento seja feita através da Gestão Ambiental. Esta Gestão Ambiental é definida como "parte da gestão global de uma organização que inclui a estrutura organizacional, planejamento de atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamen-

te e manter a política, os objetivos e as metas ambientais". Por ser parte de um sistema de gestão global, a sua condução deve ser coordenada com as demais áreas da organização.

Muitas vezes os problemas de controle ambiental não fogem à regra geral do que acontece em outros setores industriais; entretanto, parece que os efeitos da mineração à luz da própria sociedade parecem assumir proporções maiores que aquelas que lhes deveriam se cabíveis. Um aspecto quase nunca levado em conta a favor da mineração é que o seu impacto ambiental ocorre em áreas restritas, circunscritas a um pequeno espaço geográfico. Se somarmos as áreas de todas as concessões minerais em operação no Brasil tem-se aproximadamente 12.000 km², o que equivale a 0,14% do território nacional.

É de conhecimento que outras atividades, como por exemplo a agricultura, impactam mais o meio ambiente que a mineração, embora normalmente paguem socialmente um ônus menor que esta. Talvez falte ao setor insistir na divulgação dos benefícios trazidos pela mineração ao bem-estar econômico e social. É preciso fazer clara a presença da mineração no cotidiano de cada cidadão e lembrar-lhe que enquanto um cidadão brasileiro consome anualmente 56 kg de aço e 1,29 kg de cobre, nos Estados Unidos um cidadão americano consome, por exemplo, 440 kg de aço e 11,5 kg de cobre.

Com base nos dados e fatos discutidos parece ser possível afirmar que existe uma tendência de crescimento de investimentos e da produção de bens minerais não metálicos em todo o mundo.

No contexto dos não metálicos, atenção especial deverá ser dada aos materiais de utilização na construção civil. A melhoria da qualidade de vida das populações em todo o mundo passa necessariamente por uma grande movimentação dos setores da engenharia civil, com construção de moradias, estradas, ferrovias, etc. e, portanto, dos bens minerais a ele associados.

Os metálicos, exceto pelo ouro, em razão de seu valor intrínseco, o ferro, pela abundância de reservas, e algum outro metal de utilização em tecnologias avançadas, deverão permanecer no que se pode denominar um ciclo de pouco crescimento em investimentos. Contudo, não há como garantir a perpetuação deste cenário porque outros ciclos, diferente das tendências atuais, poderão surgir diante de novas revoluções tecnológicas.

Há, entretanto, qualquer que seja o grupo em que se encontra os bens minerais, algumas tendências gerais que são as da proteção e recuperação ambiental e a automatização das operações de mineração.

Os maiores desafios tecnológicos para o setor estão na busca de um custo cada vez menor da produção para atender a uma realidade do esgotamento das jazidas de maior teor e de mineralizações mais complexas, as exigências, cada vez maiores, de um produto final de alta qualidade e a pressão ambiental da sociedade.

No caso específico da mineração, o maior desafio está na questão ambiental. Provavelmente,

nos próximos anos, todas as mineradoras deverão passar por uma profunda transformação na reavaliação dos seus processos de lavra e de beneficiamento. Caso contrário, os custos advindos das leis que regulam as questões ambientais poderão inviabilizar a grande maioria dos projetos de mineração.

O termo tecnologia limpa definido como processos que não interferem com o meio ambiente, na sua própria concepção, dificilmente se adequa às atividades da mineração, principalmente em relação às atividades da lavra. O termo de ordem, neste caso, é mais plausível quando pensado em termos de um planejamento de recuperação de áreas lavradas, desde o início do projeto, e o adequado controle dos rejeitos sólido e líquido, em termos da sua disposição, volume e teor de contaminantes. Em todos esses casos, o conhecimento apurado do minério e o uso de tecnologias modernas e adequadas, rigidamente controladas e monitoradas, são as únicas formas de viabilizar, hoje, economicamente um empreendimento de mineração.

No caso específico da mineração, não se pode dizer que houve grandes inovações científicas e tecnológicas propriamente ditas. Por exemplo, no tratamento de minérios o processo que começou nos últimos 50 anos a ser utilizado de forma mais intensa e que se encontra ainda sob diversas indagações científicas, a flotação teve sua primeira patente, como processo de concentração de grafita, em 1877. Na realidade, os processos da mineração são antigos em concepção e têm passado mais pelo que se pode chamar de apropriação de novas tecnologias do que por inovações do conhecimento.

A apropriação de novas tecnologias nos processos de mineração tem sido marcada pelo uso da informática, do controle e automação de processos e uma grande evolução nos seus equipamentos.

A automação, no âmbito dos projetos mineiros, tem objetivos que podem assegurar a sua sobrevivência num mercado altamente competitivo, quais sejam:

- atuar na redução e controle fino do custo operacional;
- reduzir o impacto ambiental das operações através de um rígido controle dos processos, o que só se viabiliza com controles automáticos avançados;
- eliminar tarefas de elevado grau de risco ao ser humano, como as atividades de subsolo ou em locais insalubres, através da utilização de mecanismos robotizados e sistemas de controle automático.

Quanto à informática, o desenvolvimento de hardware e softwares tem dado uma nova dimensão de avaliação dos projetos mineiros, e através desta a confiança na tomada das decisões mais acertadas.

Apesar de todos os impactos causados por esses avanços, a evolução tecnológica dos equipamentos de mineração tem sido o fator de maior contribuição de seus aperfeiçoamentos tecnológicos

é a que tem impactado de forma mais contundente a mineração, incorporando em suas essências a informática e a automação.

Hoje, o grande desafio para as áreas do ensino tecnológico é o de formar profissionais que sejam capazes de lidar com a rapidez com que novos conhecimentos científicos e tecnológicos têm sido gerados e difundidos para a sociedade.

Desde o século XIX, onde a ciência deixou de ser cultura e passou a ser o principal insumo para o crescimento econômico e a base de construção de todo o mundo desenvolvido, estima-se que os conhecimentos científicos e tecnológicos tenham duplicado a cada 15 anos. A Segunda Guerra Mundial contribuiu de forma particular para a aceleração da geração do conhecimento, desde que cerca de 80% do que é hoje conhecido foi gerado na segunda metade deste século. Na continuidade desta dinâmica, dentro de dez anos cerca de 50% dos produtos que serão utilizados não foram sequer inventados.

Diante deste quadro faz-se importante reavaliar toda a educação profissional no país, em nível da formação de técnicos ou de engenheiros. Para que seja possível formar profissionais capazes de absorver a rapidez do avanço da tecnologia, os currículos dos cursos deverão, necessariamente, atender a três premissas básicas: flexibilidade para as mudanças, formação científica e técnica sólida o suficiente para permitir a absorção de novos conhecimentos através da educação continuada e formação humanística, social e ambiental.

Todas essas premissas levam a mudanças no modelo de currículos que é hoje praticado. São exemplos dessas mudanças:

- cargas horárias menores para os cursos, desde que tudo o que pode estar obsoleto em curto espaço de tempo deverá ser descartado dos currículos;
- aumento da componente humanística dos currículos, desde que hoje várias das habilidades exigidas pelo mercado de trabalho não advêm do conhecimento técnico, mas de um maior contato com as áreas de ciências humanas e sociais.

A partir desses conceitos pode-se definir o perfil do técnico em mineração como o de um profissional com capacidade para:

- o aprendizado contínuo;
- o trabalho em equipe;
- a liderança;
- a comunicação oral, escrita e gráfica em português e em inglês, preservando-se nesta última o seu caráter apenas instrumental;
- o uso de ferramentas da informática.

O perfil definido acima, de forma abrangente, sustenta as competências que deverão ser assumidas pelos técnicos de mineração, entendendo-se aqui como competência as suas habilidades e capacidades específicas para a área.

Deve-se ressaltar que, de alguma forma, as competências exigidas para um técnico de mineração podem se modificar com o avanço da ciência e tecnologia e, como consequência, por exigência do mercado de trabalho. Por exemplo, não se imaginava há algumas décadas que o uso das ferramentas da informática viesse a ser vital à empregabilidade de um técnico em mineração ou que os espaços de trabalho pudessem mudar do de empregos em empresas de mineração para o de empregos em prestadoras de serviço em nível de consultorias. Por fatos como estes é que os currículos devem ser antes de tudo flexíveis, para promover com agilidade as mudanças necessárias.

IV - PANORAMA DA OFERTA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL



O Sistema Federal de Ensino Técnico no Brasil não cobre toda a área de abrangência das atividades de mineração em termos regionais. Existem hoje 1 escola no Norte do país (Pará), 1 no Nordeste (Rio Grande do Norte), 1 na região Centro-Oeste (Goiás) e 1 na região Sudeste. Portanto, está descoberta, em termos regionais, a região Sul do país.

Em termos da distribuição dos bens minerais por regiões, pode-se considerar que a exploração dos chamados agregados para a construção civil/rochas ornamentais se distribui por todas as regiões do país, enquanto os demais minérios estão normalmente presentes em mais de uma região. Exceção é feita ao carvão, xisto betuminoso e fluorita, encontrados apenas no Sul. Assim, a tentativa de buscar um paralelo entre as localizações regionais das Instituições Federais de Ensino Técnico de Mineração e as produções minerais destas regiões pode ser bastante frustrante. Por exemplo, a mineração do ouro no país estaria associada às regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, a de fosfato, às regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, o ferro e manganês, às regiões Norte e Sudeste, etc.

Diante desse cenário, duas perguntas surgem: a primeira seria sobre a necessidade de se ter uma instituição de ensino localizada no Sul do país, e a segunda, se as instituições existentes atendem à demanda de mercado. Em relação à primeira pergunta poder-se ia em princípio considerar que, desde que a mineração do carvão envolve processos muito específicos, seria justificável ter-se um curso técnico de mineração no Sul do país, provavelmente no Rio Grande do Sul. Entretanto, a mineração de carvão encontra-se estagnada há muitos anos e, embora mais recentemente tenha se acenado com alguma recuperação das suas atividades, em virtude de um projeto de implantação de usinas termelétricas à base de carvão, não se sabe ainda ao certo o sucesso econômico deste projeto, em virtude de em razão dos altos custos de extração e beneficiamento do carvão brasileiro. Assim, diante da incerteza do reaquecimento da produção de carvão, a primeira pergunta estaria, necessariamente, associada à segunda, ou seja: as instituições existentes atendem à demanda de mercado?

Para responder a essa pergunta, faz-se importante avaliar o quadro geral de formação de profissionais para a mineração, ou seja, técnicos e engenheiros. No caso da Engenharia de Minas, o país dispõe de um total de cinco cursos, quatro deles em universidades federais e um em universidade estadual: Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE),

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Estes cursos, com exceção da UFPB, UFMG e UFOP, passam por uma série crise em termos de número de candidatos nos seus vestibulares e mesmo as três universidades citadas como exceção apresentam uma relação candidato/vaga que não ultrapassa, em média, a três. Pode-se dizer, portanto, com segurança que os cursos de Engenharia de Minas são suficientes para atender às demandas de mercado. A situação das escolas técnicas parece ser melhor em termos do número de candidatos por vagas oferecidas do que a das universidades, mas, também, não parecem estar em situação de não atender a demanda do mercado de trabalho.

Finalizando, é possível concluir que o número de vagas existentes para os cursos técnicos de mineração no país é suficiente para atender às demandas por este profissional. Sugere-se, entretanto, que seja feita uma pesquisa mais detalhada sobre o assunto, quanto ao caso específico de se disponibilizar uma escola na região Sul, tanto pela questão regional de distribuição destas escolas quanto por algumas especificidades dos bens minerais existentes nesta região.

No caso específico da formação do técnico de mineração faz sentido disponibilizar para os alunos a possibilidade de um aprofundamento em alguns dos processos da própria área ou em outras áreas do conhecimento que fazem interface com a mineração, como as citadas em item anterior deste documento, ou outras que venham a surgir.

Ressalte-se que o técnico de mineração trabalha em equipe, o que lhe exigirá habilidades e competências no inter-relacionamento pessoal. Este técnico poderá, também, ocupar postos de chefia, nos quais os conhecimentos de relações humanas são ainda mais importantes, além daqueles em ciências sociais aplicadas, como os gerenciais. Portanto, além das interfaces técnicas com outras áreas do conhecimento, os currículos dos cursos técnicos de mineração poderão contemplar a formação em ciências humanas e em ciências sociais aplicadas.

V - PROCESSO DE PRODUÇÃO NA ÁREA



FUNÇÕES	SUBFUNÇÕES			
	1. PESQUISA	1.1. Prospecção	1.2. Avaliação	
2. LAVRA	2.1. Planejamento de Mina	2.2. Desenvolvimento	2.3. Exploração	
3. TRATAMENTO	3.1. Cominuição e classificação por tamanho	3.2. Concentração	3.3. Separação sólido-líquido	3.4. Operações Auxiliares

O processo de produção é organizado da seguinte forma:

FUNÇÃO 1. Pesquisa – Refere-se à caracterização tecnológica na definição do planejamento da lavra, no melhor fluxograma de beneficiamento e controle das minas.

SUBFUNÇÃO 1.1. Prospecção – Esta atividade envolve a classificação de tipos de minerais e rochas, identificação de estruturas planares e lineares e a elaboração de planos de pesquisa.

SUBFUNÇÃO 1.2. Avaliação – Trata da caracterização de métodos e equipamentos de sondagem, da distinção de métodos de abertura de escavação superficial e subterrânea e avaliação de depósitos minerais.

FUNÇÃO 2. Lavra – Envolve o conceito de “mina inteligente”, entendido como aquela mina que consegue uma regularização da sua capacidade em tempo real.

SUBFUNÇÃO 2.1. Planejamento – Refere-se à avaliação econômica, análise dos planos, identificação e controle ambiental.

SUBFUNÇÃO 2.2. Desenvolvimento – Envolve a interpretação de mapas e perfis topográficos e geológicos e a distinção de todas as fases de desenvolvimento de uma mina.

SUBFUNÇÃO 2.3. Exploração – Nesta fase faz-se a interpretação de cronogramas físicos, identificação e definição dos métodos de utilização da lavra, cálculos de áreas, volumes e massas e métodos de amostragem.

FUNÇÃO 3. Tratamento – Refere-se ao controle e automação de processos, flotação, moagem, reposição de corpos moedores metálicos e revestimentos dos moinhos revolventes.

SUBFUNÇÃO 3.1. Cominuição/Classificação por tamanho – As atividades previstas são a identificação dos princípios técnicos e variáveis operacionais da cominuição e classificação por tamanho e balanço de massas.

SUBFUNÇÃO 3.2. Concentração – Conhecimento dos equipamentos de concentração nas diversas escalas, balanço de massas e metalúrgicos.

SUBFUNÇÃO 3.3. Sólido/Líquido – Refere-se às variáveis operacionais da separação sólido/líquido e conhecimento e operação de equipamentos de separação.

SUBFUNÇÃO 3.4. Operações Auxiliares – Domínio e utilização das técnicas de amostragem de minerais, caracterização de métodos, tipos de carregamento e transporte, pesagem e homogeneização.

VI - MATRIZES DE REFERÊNCIA



As matrizes de referência apresentadas a seguir resultam de uma análise na qual, para cada subfunção ou componente significativo do processo de produção na área de Mineração, foram identificadas:

- as **competências** e os insumos geradores de competências, envolvendo os saberes e as **habilidades** mentais, socioafetivas e/ou psicomotoras, estas ligadas, em geral, ao uso fluente de técnicas e ferramentas profissionais, bem como a especificidades do contexto e do convívio humano característicos da atividade, elementos estes mobilizados de forma articulada para a obtenção de resultados produtivos compatíveis com padrões de qualidade requisitados, normal ou distintivamente, das produções da área;
- as **bases tecnológicas** ou o conjunto sistematizado de conceitos, princípios e processos tecnológicos, resultantes, em geral, da aplicação de conhecimentos científicos a essa área produtiva e que dão suporte às competências.

As competências, habilidades e bases tecnológicas são os componentes diretamente ligados à organização dos currículos da educação profissional. As escolas ou unidades de ensino poderão utilizar critérios vários de composição desses elementos nos desenhos curriculares - módulos centrados ou inspirados nas subfunções ou que reúnam competências envolvidas em várias ou em algumas delas, disciplinas que contemplem bases tecnológicas comuns, etc. Seja qual for a configuração do currículo, contudo, deverão estar obrigatoriamente contempladas as competências profissionais gerais identificadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.

As bases científicas e instrumentais estabelecem as relações específicas entre o ensino básico, em especial o de nível médio, e a educação profissional na área de Mineração. Elas poderão orientar a formulação da parte diversificada de currículos do ensino médio, na forma prevista pelo parágrafo único do Artigo 5º do Decreto nº 2.208, de 17/4/97. No que se refere à formulação dos currículos de educação profissional, as bases científicas e instrumentais devem ser consideradas, portanto, como pré-requisitos ou insumos prévios, como referências para diagnóstico ou caracterização do estágio de desenvolvimento de estudantes interessados na área e, conseqüentemente, para a organização de processos seletivos e/ou de programas ou etapas curriculares introdutórias, de recuperação ou de nivelamento de bases.

Cabe ressaltar que, embora as matrizes tenham resultado da sistematização de informações obtidas em pesquisa qualitativa de suporte, feita entre profissionais da área, da assessoria de um grupo consultivo de especialistas notórios e, finalmente, da discussão e validação em fóruns representativos de trabalhadores, empresários e educadores da área de Mineração, certamente elas dão margem e espaço a esperadas complementações, adequações e ajustes pelos sistemas e estabelecimentos de ensino. Mecanismos de atualização serão, também, essenciais para que as matrizes e os currículos por elas gerados incorporem mais rapidamente as mudanças e inovações do mutante processo produtivo da área.

O conteúdo das matrizes também deve dar suporte referencial ao reconhecimento de competências adquiridas em diferentes situações, dentro e fora dos espaços escolares, conforme previsto no Artigo 11 do Decreto nº 2.208, através de procedimentos, certamente ágeis, eficientes e desburocratizados, a serem implementados pelos sistemas e estabelecimentos de ensino.

Finalmente, é importante que se diga que as matrizes devem representar fontes inspiradoras de currículos modernos e flexíveis que permitam que se experimentem **novos modelos e alternativas de trabalho pedagógico** na educação profissional.

De acordo com dados disponibilizados por algumas empresas de mineração, especificamente a Minerações Brasileiras Reunidas - MBR e a Samarco Mineração S.A., em relação ao universo de postos de trabalho do técnico em mineração, a pesquisa sobre as tendências da mineração no país e no exterior, relatadas anteriormente, e a opinião do Rio Tinto do Brasil S.A., propõe-se as seguintes competências para o técnico em mineração:

1. Executar e conduzir trabalhos operacionais nas áreas de pesquisa mineral, lavra e tratamento de minérios;
2. Orientar, treinar, coordenar e conduzir equipes de trabalho;
3. Controlar as operações unitárias de uma mineração quanto à qualidade dos produtos, a manutenção preventiva dos equipamentos, consumo de insumos e índices operacionais.

São habilidades específicas para o desenvolvimento dessas competências:

- conhecimentos de física, matemática e química;
- conhecimento dos processos e operações da mineração nas áreas de: geologia, pesquisa mineral, lavra e beneficiamento de minérios;
- conhecimento das bases computacionais do controle e da automação dos processos;
- conhecimento de métodos gerenciais;
- raciocínio numérico e espacial;
- conhecimento de ordem de grandezas e medidas;
- comunicação oral, escrita e gráfica em português;
- conhecimento do inglês instrumental;

- espírito de liderança;
- capacidade para o trabalho em equipe
- conhecimento de informática, incluindo-se aí os softwares mais utilizados na área;
- conhecimento de normas técnicas e da legislação específica da área;
- conhecimentos na área ambiental.

Somam-se às habilidades específicas as seguintes atitudes:

- conduta ética e moral
- responsabilidade social e ambiental;
- predisposição e capacidade para a educação continuada.

FUNÇÃO: PESQUISA

SUBFUNÇÃO 1.1: PROSPECÇÃO

COMPETÊNCIAS

- Dominar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Interpretar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Caracterizar e classificar os principais tipos de minerais e rochas.
- Caracterizar materiais gemológicos e rochas ornamentais.
- Identificar os métodos e equipamentos para levantamentos e orientação.
- Identificar estruturas geológicas planares e lineares.
- Dimensionar escalas de mapas e perfis, gráfica e numericamente.
- Interpretar mapas e perfis topográficos e geológicos.
- Identificar elementos morfológicos em produtos de sensores remotos.
- Identificar e caracterizar métodos de prospecção.
- Identificar e especificar as técnicas de amostragem e técnicas de mapeamento.
- Identificar e correlacionar ambientes geológicos com depósitos minerais.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Interpretar planos de pesquisa.
- Identificar e analisar métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho.
- Identificar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Identificar os principais tipos de minerais e rochas.
- Manusear e utilizar equipamentos para levantamentos e orientação.
- Supervisionar os trabalhos de abertura de malhas.
- Coletar atitudes de estruturas geológicas planares e lineares.
- Elaborar gráficos, tabelas e perfis de dados geológicos, geofísicos e geoquímicos.
- Plotar dados em mapas e perfis.
- Locar pontos utilizando mapas e produtos de sensores.
- Coletar amostras.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Controlar produção da equipe.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Simbologias e convenções técnicas.
- Representação gráfica bi e tridimensional.
- Cartografia geológica.
- Técnicas de orientação e navegação no campo.
- Levantamentos topográficos.
- Locação de serviços no campo.
- Constituição física e química da Terra.
- Processos endógenos e exógenos.
- Escala de tempo geológico.
- Propriedades físicas dos minerais.
- Classificação de minerais e gemas.

- Classificação de rochas.
- Formação e tipos de solos.
- Descrição e classificação de estruturas geológicas.
- Descrição e classificação de formas de relevo.
- Teoria da tectônica de placas.
- Classificação e processos de formação de depósitos minerais.
- Técnicas de mapeamento.
- Métodos de prospecção.
- Impactos ambientais na Prospecção.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais na Prospecção.

SUBFUNÇÃO 1.2: AVALIAÇÃO

COMPETÊNCIAS

- Dominar a comunicação oral, escrita, gráfica e sensorial.
- Interpretar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar e diferenciar os métodos de levantamento topográfico.
- Identificar e distinguir os métodos de abertura de escavações superficiais e subterrâneas.
- Identificar e caracterizar os principais métodos e equipamentos de sondagem.
- Identificar as técnicas de mapeamento.
- Identificar e avaliar métodos de avaliação de depósitos minerais.
- Identificar métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.

- Utilizar equipamentos de levantamento e orientação.
- Supervisionar levantamentos topográficos.
- Supervisionar a abertura de malhas.
- Locar pontos para estudos geológicos e amostragens.
- Supervisionar trabalhos de abertura de escavações.
- Supervisionar trabalhos de sondagem.
- Realizar amostragens superficiais e subterrâneas.
- Tabular dados geológicos.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.
- Organizar bancos de dados.

BASES TECNOLÓGICAS

- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Simbologias e convenções técnicas.
- Representação gráfica bi e tridimensional.
- Cartografia geológica.
- Técnicas de orientação e navegação no campo.
- Levantamentos Topográficos.
- Propriedades físicas dos minerais.
- Classificação de minerais e gemas.
- Classificação de rochas.
- Locação de serviços no campo.
- Métodos e técnicas de mapeamento de escavações superficiais e subterrâneas.
- Métodos e equipamentos de sondagens.
- Classificação e avaliação de depósitos minerais.
- Técnicas de amostragem.
- Impactos ambientais na Avaliação.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais na Avaliação.

FUNÇÃO: LAVRA

SUBFUNÇÃO 2.1: PLANEJAMENTO DE MINA

COMPETÊNCIAS

- Dominar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Interpretar mapas e perfis topográficos e geológicos.
- Interpretar cronogramas físicos.
- Organizar banco de dados.
- Interpretar e avaliar as variáveis econômicas de decisão.
- Identificar e analisar os planos de lavra.
- Identificar as técnicas para disposição de estéril.
- Identificar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Supervisionar a execução de cronogramas físicos.
- Supervisionar a execução dos planos de preparação, intermediário e de exaustão.
- Supervisionar a disposição controlada de estéril.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de segurança e saúde ocupacional.

- Representação gráfica bi e tridimensional.
- Classificação e propriedades físicas das rochas.
- Características genéticas e morfológicas de jazidas.
- Características dos planos de lavra.
- Técnicas de disposição de estéril.
- Leitura de mapas e perfis topográficos e geológicos.
- Manuais técnicos.
- Impactos ambientais no Planejamento de Mina.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais no Planejamento de mina.

SUBFUNÇÃO 2.2: DESENVOLVIMENTO

COMPETÊNCIAS

- Dominar e correlacionar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Interpretar mapas e perfis topográficos e geológicos.
- Identificar e definir os métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho.
- Identificar os métodos de levantamento topográfico.
- Identificar e distinguir todas as fases de desenvolvimento de uma mina.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Supervisionar os serviços de desenvolvimento.
- Executar e supervisionar projetos de segurança e higiene.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Representação gráfica bi e tridimensional.
- Classificação e propriedades físicas das rochas.
- Leitura de mapas e perfis topográficos e geológicos.
- Técnicas de disposição de estéril.
- Características genéticas e morfológicas de jazidas.
- Tipos de desenvolvimentos.
- Métodos de lavra.
- Manuais técnicos.
- Impactos ambientais no Desenvolvimento.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais no Desenvolvimento.

SUBFUNÇÃO 2.3: EXPLOTAÇÃO

COMPETÊNCIAS

- Dominar e correlacionar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Identificar os métodos de levantamentos e locações topográficos.
- Identificar métodos de organização e sistematizar o gerenciamento de equipes de trabalho.
- Interpretar cronogramas físicos.
- Identificar os métodos de lavra e definir sua utilização.
- Diferenciar os métodos de cálculo de áreas, volumes e massas de minérios e estéreis e sua utilização.
- Distinguir os métodos de amostragem e seu uso.
- Estabelecer as metas e variáveis da produção.
- Calcular áreas, volumes e massas de minérios e estéreis.
- Identificar as diluições de minério.
- Identificar e avaliar as operações unitárias da lavra.

- Identificar e diferenciar os métodos de estabilização de maciços terrosos e rochosos.
- Identificar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Supervisionar os trabalhos topográficos.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Supervisionar a execução de cronogramas físicos.
- Supervisionar as operações de lavra.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Supervisionar e executar amostragem em frentes de lavra.
- Controlar a produção.
- Programar e executar planos de fogo.
- Supervisionar a execução dos trabalhos de estabilização de maciços.
- Monitorar a estabilidade das escavações.
- Supervisionar a construção de pilhas de estéreis.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de segurança e saúde ocupacional.
- Representação gráfica bi e tridimensional.
- Classificação e propriedades físicas das rochas.
- Leitura de mapas e perfis topográficos e geológicos.
- Manuais técnicos.
- Métodos de lavra.
- Operações unitárias.
- Técnicas de amostragem.

- Formas de diluição de minérios.
- Estabilidade de maciços.
- Disposição de estéril.
- Impactos ambientais na Exploração.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais na Exploração.
- Características genéticas e morfológicas de jazidas.

FUNÇÃO: TRATAMENTO

SUBFUNÇÃO 3.1: COMINUIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO POR TAMANHO

COMPETÊNCIAS

- Dominar e correlacionar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar e relacionar métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho.
- Identificar e comparar os métodos de sistematização de informações.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar os princípios técnicos e variáveis operacionais da cominuição e classificação por tamanho.
- Identificar e relacionar os equipamentos de cominuição e classificação por tamanho.
- Identificar e interpretar fluxogramas operacionais.
- Identificar balanços de massas.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Controlar as variáveis operacionais da cominuição e classificação por tamanho.
- Operar os equipamentos de cominuição e classificação por tamanho nas diversas escalas.

- Controlar e monitorar a produção dos equipamentos de cominuição e classificação por tamanho.
- Executar balanços de massas.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de segurança e saúde ocupacional.
- Classificação e propriedades físicas de minerais e rochas.
- Princípios e métodos de cominuição.
- Princípios e métodos de classificação por tamanho.
- Máquinas e equipamentos de cominuição e classificação por tamanho.
- Manuais técnicos de máquinas e equipamentos de cominuição e classificação por tamanho.
- Diluição e reologia de polpa.
- Representação gráfica de máquinas e operações.
- Impactos ambientais.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais.

SUBFUNÇÃO: 3.2. CONCENTRAÇÃO

COMPETÊNCIAS

- Dominar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar e avaliar os princípios técnicos e variáveis operacionais dos métodos de concentração.
- Identificar os equipamentos de concentração nas diversas escalas.
- Identificar e interpretar balanços de massas e metalúrgicos.

- Identificar e interpretar fluxogramas operacionais.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Controlar as variáveis operacionais dos métodos de concentração.
- Operar os equipamentos de concentração nas diversas escalas.
- Controlar e monitorar a produção dos equipamentos de concentração.
- Executar balanços de massas e metalúrgicos.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de segurança e saúde ocupacional.
- Classificação de minerais e rochas.
- Propriedades físicas e físico-químicas de minerais.
- Princípios e métodos físicos de concentração.
- Princípios e métodos físico-químicos de concentração.
- Máquinas e equipamentos de concentração.
- Manuais técnicos de máquinas e equipamentos de concentração.
- Representação gráfica de máquinas e operações.
- Diluição e reologia de polpa.
- Determinação de teores.
- Cálculo de índices técnicos.

- Características dos reagentes químicos.
- Impactos ambientais na Concentração.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais na Concentração.

SUBFUNÇÃO: 3.3. SEPARAÇÃO SÓLIDO/LÍQUIDO

COMPETÊNCIAS

- Dominar e correlacionar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar e definir métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar e avaliar os princípios técnicos e variáveis operacionais da separação sólido/líquido.
- Identificar e comparar os equipamentos de separação sólido/líquido nas diversas escalas.
- Identificar balanços de massas.
- Identificar e interpretar fluxogramas operacionais.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Controlar as variáveis operacionais das etapas da separação sólido/líquido.
- Operar os equipamentos de separação sólido/líquido nas diversas escalas.
- Controlar e monitorar a produção dos equipamentos de separação sólido/líquido.
- Executar balanços de massas.
- Executar ensaios de laboratório de teste de folha (filtragem) e de sedimentação em proveitas (espessamento).
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de segurança e saúde ocupacional.
- Princípios e métodos de separação sólido/líquido.
- Máquinas e equipamentos de separação sólido/líquido.
- Manuais técnicos de máquinas e equipamentos de separação sólido/líquido.
- Representação gráfica de máquinas e operações.
- Diluição e reologia de polpa.
- Características dos reagentes químicos.
- Impactos ambientais na separação sólido/líquido.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais na Separação sólido/líquido.

SUBBFUNÇÃO 3.4 OPERAÇÕES AUXILIARES

COMPETÊNCIAS

- Dominar e correlacionar a comunicação oral, escrita, gráfica, computacional e sensorial.
- Identificar métodos de organização e gerenciamento de equipes de trabalho relacionando os mais adequados.
- Identificar os métodos de sistematização de informações.
- Identificar e correlacionar sistemas de unidades e ordens de grandeza.
- Identificar e avaliar as técnicas de amostragem de minério.
- Identificar e comparar os métodos de caracterização de minérios.
- Identificar e relacionar os diversos tipos de carregamento.
- Identificar e avaliar o uso dos diversos tipos de transporte.
- Identificar e distinguir os alimentadores das operações de tratamento nas diversas escalas.
- Identificar os equipamentos de pesagem nas diversas escalas.
- Identificar as técnicas de homogeneização e/ou estoque de minérios.
- Identificar e avaliar os impactos ambientais e métodos de controle e proteção ambiental.

HABILIDADES

- Elaborar relatórios técnicos.
- Sistematizar informações.
- Utilizar as legislações, normas técnicas de Saúde e Segurança do Trabalho.
- Gerenciar equipes de trabalho.
- Utilizar técnicas computacionais.
- Executar amostragens de minérios.
- Executar análises granulométricas.
- Determinar grau de liberação.
- Executar a separação de minerais de um minério por métodos físicos em escala de laboratório.
- Identificar as propriedades físicas dos minérios.
- Supervisionar os serviços relativos às operações auxiliares.
- Aplicar medidas de controle e proteção ambiental.

BASES TECNOLÓGICAS

- Simbologias e convenções técnicas.
- Legislação mineral e normas técnicas.
- Normas de segurança e saúde ocupacional.
- Métodos de caracterização de minérios.
- Métodos e equipamentos de amostragem.
- Diluição e reologia de polpa.
- Máquinas e equipamentos de carregamento, transporte, alimentação, homogeneização e pesagem.
- Técnicas de homogeneização.
- Impactos ambientais nas Operações Auxiliares.
- Controle e medidas de proteção dos Impactos Ambientais nas Operações Auxiliares.

VII - INDICAÇÕES PARA ITINERÁRIOS FORMATIVOS



Os currículos da área de Mineração podem ser desenvolvidos de modo a permitir dentro da própria área, habilitações de Técnico em Pesquisa Mineral, Técnico em Lavra e Técnico em Tratamento. Existe, no entanto, a possibilidade de organizar habilitações com competências de outras áreas, sobretudo com a de Geomática.

A organização dos currículos enseja ainda a possibilidade de saídas intermediárias em razão da demanda do mercado, tais como sondador e outros que estão surgindo a cada dia de acordo com a evolução tecnológica.

A escola deve cuidar para que ao pesquisar o mercado sejam bem definidas as saídas intermediárias, oferecendo, desta maneira, oportunidade para a inserção do aluno no mercado de trabalho e permitir o procedimento dos seus estudos.

Seja qual for o critério referencial para a construção de itinerários de formação, é importante lembrar que as competências profissionais gerais, estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais, deverão estar necessariamente contempladas, assim como garantido o cumprimento da carga horária mínima obrigatória de 1200 horas.

Como recomendação, cabe ressaltar, finalmente, que a instituição que pretender oferecer curso(s) técnico(s) e, mesmo, cursos básicos, deverá avaliar, previamente, além do volume e das características da demanda regional, certamente, suas possibilidades e condições de investimento na aquisição, manutenção e modernização de equipamentos e ambientes especializados, necessários e indispensáveis ao desenvolvimento das competências requeridas dos profissionais da área. Tais equipamentos e ambientes podem ser providos, em parte, mediante convênios firmados ou parcerias com fabricantes de equipamentos e/ou empresas da área.

Metodologias que contemplem, predominantemente, a efetiva **realização de projetos** típicos da área, envolvendo o exercício da busca de soluções para os seus principais desafios, subsidiados / assessorados por docentes em constante atuação produtiva ou contato ativo com o mercado de trabalho, são, também, particularmente fundamentais nessa área, requerendo, para isso, esquemas administrativos ágeis e flexíveis.

Espaços, atividades e facilidades que estimulem e promovam um amplo desenvolvimento cultural dos alunos são essenciais, assim como a preocupação com a formação de profissionais de

Mineração críticos, eticamente conscientes e comprometidos com o desenvolvimento sócio-cultural e educacional do país. O compromisso com essas dimensões da educação profissional na área de Mineração não pode restringir-se ao discurso ou aos documentos da instituição escolar, mas deve estar efetivamente refletido na sua prática pedagógica cotidiana.

ANEXO



Pesquisa e Elaboração:

Maria José Gazzi Salum (sistematização e redação do documento)

Marco Aurélio de Oliveira Maia

Sérgio Luiz Alves de França

João Augusto da Silva Barradas

Marco Antônio Moraes Silva

José Romero Gomes

João Alfredo Guimarães de Sá

Paulo André Charbel

Coordenação da Elaboração:

Bernardes Martins Lindoso

Consultor

Revisão Final:

Cleunice Matos Rehem

Márcia Brandão

Colaboração:

Joana D'Arc de Castro Ribeiro

Jazon de Souza Macedo

Neide Maria Rezende Romeiro Macedo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A Importância das Britas. Editorial, Minérios & Minerales, no209, março 1996, p 4

Brasil Vive uma Nova corrida do Ouro. Editorial, *Minérios & Minerale*s, no 221, agosto 97, p.16-22

Coopers & Lybrand. Investimentos em Mineração no Brasil, 3a ed., 1997, 88p.

Crowson, P. Global Economic Trends and Demand For Minerals. Anais do VII Congresso Brasileiro de Mineração, maio de 1997, p.3-13

Custo Brasil Não É Desculpa para que o Setor Não Deslanche. Editorial, *Rochas de Qualidade*, out. 1997, p.5

Estratégico e Pouco Conhecido. Editorial *Minérios & Minerale*s, no 215, fev. 97, p. 17-19

Fingere, E.R. Setor Mineral: Estratégia Brasileira de Inserção Mundial Competitiva. Anais do VII Congresso Brasileiro de Mineração, maio de 1997, p. 27-58

Fosfato, Terreno Fértil. *Minérios & Minerale*s, no 220, julho 97, p.19 - 22

Miller, C.G. Canada and the Challenge of Attracting Investments in Mining. Anais do VII Congresso Brasileiro de Mineração, maio de 1997, p. 15-26

Rego, F. et al. As Tendências Atuais das Exportações Brasileiras e da Indústria Mineral. *Minérios & Minerale*s, no 206, out. 1995, p. 38 - 43

Souza, J.M.M. A Mineração Brasileira em 1995. *Mineração e Metalurgia*, no 534, 1995, p. 6-7.

Valêncio, N. O Caminho das Minas. *Minérios & Minerale*s, no 220, julho 97, p.13-15



**MINISTÉRIO
DA EDUCAÇÃO**

