

FORMAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA TÉCNICOS DO SETOR MINERAL

Adilson Curi – curi@degeo.ufop.br

Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas

Campus Universitário - Morro do Cruzeiro

35.400-000 - Ouro Preto - MG

José C. C. Flôres - jcruz@degeo.ufop.br

Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas

Campus Universitário - Morro do Cruzeiro

35.400-000 - Ouro Preto - MG

***Resumo.** A Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento da **ONU** previu, em 1992, que a população mundial ultrapassará os 10 bilhões de pessoas nos próximos 40-50 anos, e que a produção econômica aumentará de 4 a 5 vezes; mas a busca da satisfação das necessidades humanas requererá uma mudança no relacionamento entre o homem e o ambiente natural.*

Modernamente, compreende-se que há um relacionamento mutuamente dependente entre meio ambiente e desenvolvimento, onde o primeiro é um pré-requisito do segundo, como também seu resultado final.

O desenvolvimento, como percebido nos dias atuais, está se tornando, cada vez mais, um problema de otimização, com a interveniência de três variáveis: capacitação técnica, viabilidade econômica e aceitabilidade ambiental.

A educação e a pesquisa ambiental tendem a desempenhar um papel cada vez mais significativo no atual cenário econômico em mudança.

*Os técnicos do setor devem desempenhar o papel de **protagonistas** do desenvolvimento sustentável na indústria mineral; portanto, para eles, a formação em gerenciamento ambiental é uma necessidade absoluta.*

Neste artigo são apresentadas algumas estratégias com o intuito de elucidar os aspectos mais importantes a considerar em termos de formação e educação ambiental para o desenvolvimento sustentável para técnicos do setor mineral.

***Palavras-chave:** Educação ambiental, Desenvolvimento sustentável, Setor mineral.*

1. INTRODUÇÃO

Uma das teorias que procuraram explicar a relação entre o homem e o meio ambiente, no início da década de 70, foi o Neomalthusianismo. Segundo esta teoria, o capitalismo vive da exploração dos recursos naturais, estes recursos se tornarão escassos e a sua escassez conduzirá ao perecimento da raça humana.

As discussões aí iniciadas evoluíram para as visões da sociedade civil, materializadas nas visões dos movimentos ambientalistas denominados *Ecocentrismo* e *Tecnocentrismo*.

Para o *Ecocentrismo*, a natureza é um fim em si mesma, tem o direito de subsistir, tendo o homem o dever moral de reconhecer o seu direito à existência. Quanto ao *Tecnocentrismo*, vem pregando a confiança na habilidade e eficiência do planejamento, confiando à capacidade do economista para trabalhar com a escassez, aliada à capacidade do cientista para trabalhar e resolver as questões técnicas, a tarefa de identificar e propor as soluções para as questões ambientais.

Mas estas teorias não conseguiram equacionar duas questões básicas: a) como conciliar economia e meio ambiente?; b) como garantir e conciliar os vários pontos de vistas: o ponto de vista institucional do Estado; o ponto de vista institucional da indústria; o ponto de vista do cidadão e a realidade da necessidade do avanço econômico como meio de atender às necessidades humanas?

O amadurecimento deste debate conduziu à formulação do conceito de *desenvolvimento sustentável* na década de 80, como *o desenvolvimento que faz face às necessidades das gerações presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras na satisfação de suas próprias necessidades*.

A partir da enunciação deste conceito pela Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente, passa-se de uma visão onde a posição do cidadão pouco importa para uma outra, onde se busca a conciliação entre economia e meio ambiente. O manejo e a conservação dos recursos naturais, através da reciclagem e da substituição de recursos escassos por outros mais abundantes, torna-se importante fator de preservação e proteção do meio ambiente. A questão da qualidade de vida do homem passa a ser interpretada como uma questão ambiental, um direito não só da presente geração, mas um direito a ser assegurado às gerações futuras. O direito à sadia qualidade de vida em todas as suas formas, como um direito de todos, passa a ser o objeto do direito ambiental (Fiorillo *et al.*, 1996).

A partir daí, objetiva-se a relação pacífica entre o homem e a natureza, entre a economia e a ecologia. Aspira-se à harmonia entre a técnica, a ciência, a economia e a natureza. A qualidade da vida humana passa a ser a questão central.

A questão ambiental, em realidade, não se restringe apenas aos aspectos ecológicos. Envolve outros fatores igualmente relevantes, como os padrões de consumo das sociedades; as técnicas de produção dos processos industriais, incluindo a engenharia mineral; a distribuição de renda das populações; o estabelecimento das necessidades e a definição das prioridades de cada nação, dentre elas. Estudar o meio ambiente passa a ser *pensar o ambiente onde se vive de forma global*.

2. DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Pode-se, pois, estabelecer cinco dimensões distintas do desenvolvimento sustentável: 1) sustentabilidade social: a pobreza é uma das causas da degradação e da poluição ambiental; 2) sustentabilidade econômica: há necessidade de investimentos não só na proteção ambiental, como de investimentos no gerenciamento dos processos e medidas implantados; 3) sustentabilidade ecológica: necessidade de otimização e da limitação do uso dos recursos naturais; 4) sustentabilidade espacial: equacionamento das questões urbanas, como a

disposição do lixo; distribuição territorial das populações; decadência dos latifúndios; proteção das reservas naturais remanescentes; e 5) sustentabilidade cultural: fomentar nas gerações presentes a cultura da preservação ambiental como um componente cultural a ser transmitido às gerações futuras.

3. EVOLUÇÃO DO DIREITO AMBIENTAL

Os primeiros movimentos ambientalistas, em âmbito mundial, surgiram a partir do final da década de 60, com a eclosão dos movimentos de massa, em 1968. Mas somente a partir da década de 70 é que a natureza passou a ser tratada como um objeto de proteção pelo direito.

Os primeiros estudos sistematizados sobre as condições ambientais, enfocadas sob um prisma mundial, foram realizados pelo Clube de Roma, composto basicamente por um grupo de cientistas e de empresários com o objetivo de pesquisar o impacto do desenvolvimento sobre o meio ambiente.

Posteriormente, em 1972, diversos Estados reuniram-se em Estocolmo para tratar exclusivamente das questões relativas ao meio ambiente.

A Conferência de Estocolmo constituiu-se em um marco no estudo sistemático dos problemas do meio ambiente, trazendo para o debate as componentes sociais e políticas, subjacentes à questão ambiental, e colocando o desenvolvimento, assim como o subdesenvolvimento como questões do meio ambiente.

A introdução das questões sociais, políticas e econômicas na pauta da Conferência de Estocolmo fez-se através da Resolução nº 2057, anterior à Conferência, trazendo para o debate as variáveis representadas pela situação social e pela emancipação econômica dos países subdesenvolvidos como componentes importantes na identificação das causas de degradação ambiental.

As decisões finais da Conferência de Estocolmo, incluindo o compromisso dos signatários de trabalharem para a melhoria da qualidade de vida e da qualidade ambiental das respectivas populações, foram sistematizadas na carta denominada *Declaração Sobre o Meio Ambiente*. Mas apenas os signatários da Carta estão obrigados a cumprir as resoluções nela contidas, e as sanções previstas em caso de descumprimento são essencialmente de ordem econômica e política.

Somente a partir de 1972 inicia-se a formulação das leis ambientais nos países signatários da Carta de Estocolmo. No Brasil, apenas em 1985 surge a primeira legislação ambiental para tratar da política nacional do meio ambiente.

É interessante observar que as principais questões levantadas na Conferência de Estocolmo na década de 70, voltaram ao debate na Conferência do Rio de Janeiro em 1992- a ECO 92- , agora com o componente novo e relevante introduzido nas discussões, que foi o envolvimento maciço das organizações da sociedade civil- as ONGs-, discutindo na Conferência as questões ambientais ao lado dos Chefes de Estado das várias nações participantes.

4. NATUREZA JURÍDICA DO DIREITO AMBIENTAL

A Constituição Federal brasileira de 1988 dedicou um capítulo específico ao meio ambiente- o capítulo VI, constituído pelo artigo 225, caput, e seus parágrafos.

Embora as questões ambientais não tenham sido incluídas no artigo 5º da Constituição, o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é tratado como sendo um direito fundamental do homem, essencial à sadia qualidade de vida, impondo a Carta de 88 ao Poder Público e à Coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Constituição Federal de 1988, art. 225, caput). É, também, um direito econômico, de

acordo com o artigo 170, inciso VI, e um direito ao desenvolvimento- um dos objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil, conforme o artigo 3º, incisos I a IV da Constituição.

O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, saudável e protegido, é um direito difuso, o que implica dizer ser ele um direito de todos, de titularidade indeterminada, mas determinável no caso concreto, não existindo um vínculo jurídico entre os indivíduos que dele podem ser titulares. As questões ambientais afetam a Coletividade como um todo, aproveitando ou prejudicando a todos os indivíduos, independente do status de cada um no interior do grupo (Fiorillo *et al.*, 1996).

5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO SETOR MINERAL

Um fundamento que tem evoluído, recentemente, está baseado no fato de que há um relacionamento muito íntimo entre ambiente e desenvolvimento, sendo o primeiro um pré-requisito para o desenvolvimento como também o seu resultado final. Assim, o conceito de desenvolvimento, como está sendo traduzido nos dias atuais, está se tornando, mais e mais, um problema de otimização com a interveniência de três variáveis: - Viabilidade técnica, viabilidade econômica e aceitabilidade ambiental. Em nosso ponto de vista, o engenheiro de minas deve desempenhar o papel de protagonista no que concerne à utilização das tecnologias de desenvolvimento sustentável na indústria mineira. Portanto, para ele, a formação em gerenciamento ambiental constitui uma necessidade absoluta.

O principal ponto, em termos de educação ambiental para engenheiros, é saber se as ciências ambientais devem ser ministradas como uma disciplina isolada, a nível de graduação, ou se os princípios das ciências ambientais aplicadas à Engenharia devem fazer parte do núcleo central do curriculum, para os engenheiros de todas as disciplinas, ou ainda, considerar a formação ambiental como uma especialização ou mesmo mestrado.

A primeira solução parece atrativa na medida em que parece lógico que somente quem é intensivamente treinado nas ciências ambientais, a nível de graduação, é capaz de entender e resolver problemas ambientais. Mas, é isto o que se quer?

Está provado que indivíduos ou empresas, agindo isoladamente, de acordo com seus interesses próprios e imediatos, podem destruir os domínios ou recursos de interesse público como ar, água e solos. O primeiro conceito prático da ecologia pode ser simplificado segundo a seguinte sentença: “*tudo está relacionado com tudo mais*”. Estes dois conceitos, juntamente com o fato de que, historicamente, os problemas ambientais têm sido estudados somente após a sua manifestação, indicam que todos os atores intervenientes em um dado processo de impacto ambiental devem conhecer como suas ações afetam o meio ambiente. Caso seja, por exemplo, um engenheiro de minas que esteja a implantar uma unidade industrial, será obrigatório que todos os envolvidos no processo conheçam bem os rejeitos e estéreis que potencialmente possam afetar o meio ambiente.

Na mitigação dos impactos ambientais deve-se atender, no mínimo, aos requisitos listados a seguir:

- i. Redução e controle dos problemas ambientais atuais, i.e., o passivo ambiental eventualmente deixado por trabalhos prévios ou pelo uso de processos tecnologicamente ineficientes ou obsoletos;
- ii. Prevenção da degradação futura através, principalmente, de um planejamento apropriado do uso futuro da área, da paisagem e da recuperação dos locais afetados pelas atividades de produção, além da incorporação de controles ambientais adequados em toda a vida do empreendimento;
- iii. Conservação, gerenciamento e reciclagem dos recursos naturais;
- iv. Respeito aos princípios fundamentais da ecologia;

v. Identificação e avaliação dos impactos ambientais;

Dentro desse contexto, o engenheiro de minas deverá estar preparado para atuar como um profissional membro de uma equipe interdisciplinar de formadores de opinião nas questões ambientais. De seu local de trabalho, o engenheiro de minas será convocado a prover não somente suporte técnico mas também pareceres e julgamentos sobre o trabalho feito por outros membros da equipe de trabalho interdisciplinar acima referida.

Isto significa que ele deve estar bem preparado não somente nas áreas tradicionais específicas de seu curso, mas também nas áreas abaixo, conforme citado por Dhar et al. (1996):

a) Teoria e operação de equipamentos de monitoramento de poluição

Um engenheiro de minas deve saber como operar os instrumentos de monitoramento da poluição. Para supervisionar a operação desses instrumentos, ele deve ser capaz de avaliar se eles vêm sendo operados do modo correto. Isto significa que não é suficiente o conhecimento teórico, mas é necessário ter-se, também, a experiência de operação.

b) Teoria e prática de análise de poluentes e de indicadores de poluição

A origem e características dos poluentes de diferentes fontes variam; assim, é necessário conhecer na teoria o que fazer na prática, de modo a identificar as fontes poluentes e aplicar aos casos concretos as soluções teóricas adequadas.

c) Teorias de retro-análise e tratamento estatístico de dados

Com o monitoramento regular da qualidade da água e do ar, por exemplo, é gerada uma grande quantidade de informações; o engenheiro de minas deve ser capaz de analisá-las e aplicá-las corretamente como ferramentas úteis à profissão (o que significa um bom conhecimento das teorias da informação e de estatística aplicada).

d) Arte de modelagem e simulação

Tais operações estão se tornando corriqueiras em todos os setores da atividade humana, tal como ocorreu com a utilização dos computadores na última década. Sistemas de análise e de modelagem matemática que antecipem e resolvam problemas potenciais e/ou emergentes podem ser uma ferramenta básica e, assim, devem ser incluídos como parte integrante do núcleo central ou obrigatório do currículo.

e) Relevância social de seu trabalho

Durante o período de curso, as questões ambientais locais devem ser abordadas para estudar-se casos típicos ou problemas que capacitem os estudantes, fazendo-os ganhar experiência com o estudo de casos práticos e reais. Deve-se estimular o estudo de problemas complexos tanto pelo método das aproximações sucessivas como também pelos métodos de solução tradicionais.

Pode-se concluir, também, que o currículo de educação ambiental deve estar centrado nos princípios de gerenciamento, incluindo planejamento para antecipar e resolver problemas ambientais potenciais. A ciência ambiental é uma ciência aplicada e admitida como interdisciplinar, por natureza. Assim, uma estratégia adequada deve ser desenvolvida para uma efetiva interação entre universidades/indústrias/laboratórios nacionais de pesquisa e desenvolvimento, associações profissionais, organizações não governamentais e interação acadêmica com outros países desenvolvidos e em desenvolvimento (Klugman, 1996).

Em síntese, um engenheiro de minas deve possuir um amplo conhecimento geral e deve ser capaz de comunicar-se efetivamente com profissionais de outras áreas do conhecimento. Isto significa ser capaz de formular questões que pertençam a outras áreas do conhecimento e entender as respostas, como também avaliar os resultados positivos e as limitações das contribuições de outras áreas.

A figura 1, adaptada de Dhar et al. (1996), ilustra o interrelacionamento entre os vários setores da economia e o meio ambiente

6. LIMITAÇÕES DO PRESENTE

Atualmente, as estruturas governamentais da maioria dos países em desenvolvimento, como o Brasil, não tratam adequadamente os problemas ambientais existentes, por estarem mais preocupadas com a necessidade crítica de expansão econômica.

Por outro lado, a educação ambiental da maioria dos profissionais é incompleta. Eles são treinados para tratar de um aspecto isolado ou subconjunto dos problemas ambientais, tais como poluição do ar, da água, ou resíduos perigosos. Mas o problema ambiental não é tratado de uma forma integrada e interrelacionada (Timcak, 1996).

Por exemplo, até 1980, as cavas da lavra a céu aberto eram usadas para deposição de resíduos industriais para evitar-se a poluição das águas superficiais. Entretanto, essa deposição não considerava os sérios danos que podem ser causados pela poluição das águas subterrâneas. Os currículos de nossas escolas profissionalizantes, colégios e universidades estão organizados em disciplinas tradicionais (i.e. biologia, química, economia). Assim, é sempre difícil alcançar-se o conhecimento necessário para formular a solução para os, muitas vezes complexos, problemas ambientais. E as ciências da terra, por exemplo, são apresentadas como se o mundo fosse constituído de coleções separadas de sistemas biológicos e físicos, ao invés de um sistema vivo totalmente integrado.

Os problemas ambientais reconhecidos mais recentemente, tais como o efeito estufa, proteção dos pântanos, mudanças climáticas globais, redução da camada de ozônio, redução das florestas tropicais e perda da biodiversidade, não estão incluídos na maioria dos programas acadêmicos para os profissionais que lidam com o meio ambiente. Mesmo especialistas em controle da poluição, muito raramente, estão treinados para atuar no gerenciamento de recursos naturais, conservação e preservação da biodiversidade.

O controle da poluição e o desenvolvimento sustentável não são temas centrais na maioria dos programas de Engenharia de todas as áreas. A formação atual, em todos os níveis, está baseada no conhecimento que é ministrado por disciplinas específicas. Esta formação e programas de treinamento procuram controlar, remediar e mitigar os problemas ambientais. É preciso mudar esta filosofia para a antecipação e prevenção da poluição e manutenção da produtividade e diversidade biológica dos ecossistemas.

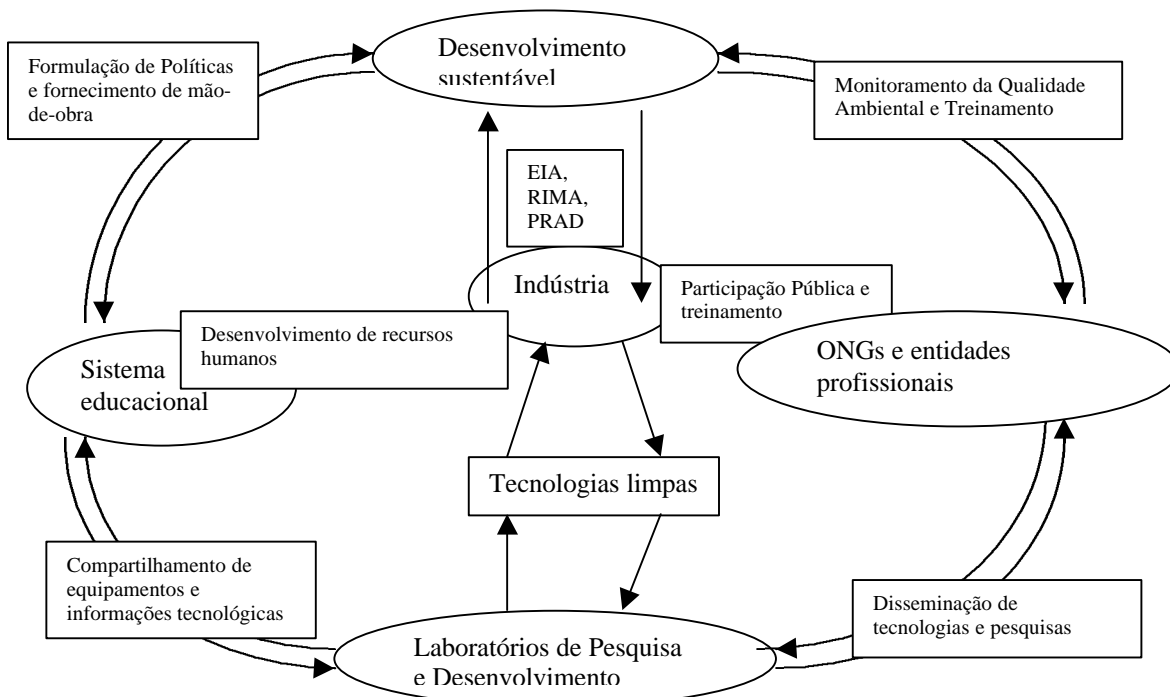


Fig. 1. Interrelacionamento entre os vários setores da economia e o meio ambiente. Adaptado de Dhar et al. (1996).

7. CONCLUSÕES

As considerações ora apresentadas permitem algumas conclusões, como:

- a) estudar o meio ambiente é pensar o ambiente onde se vive de forma global. Portanto, os estudos ambientais devem ser desenvolvidos por equipe multidisciplinar, enfocando as questões técnicas, sociais, culturais, políticas e econômicas, e procurando-se equacionar a influência de cada um destes fatores sobre o ambiente, a curto, médio e longo prazo;
- b) a educação ambiental, a defesa e a preservação do meio ambiente é dever do Poder Público e da Coletividade. Compete, portanto, ao Poder Público, através do Direito, criar os instrumentos legais necessários à sua defesa e preservação, mas cabe à coletividade, através da sociedade civil organizada, a fiscalização da aplicação das políticas relativas ao meio ambiente, bem como requerer ao Poder Público a formulação de novas políticas, novos instrumentos legais e o aperfeiçoamento dos existentes, de modo a tornar efetivas a defesa e a preservação ambiental nos diferentes momentos históricos e sociais de cada comunidade;
- c) o combate à degradação ambiental, o estudo sistemático do impacto da atividade humana sobre o meio ambiente, a preocupação de harmonizar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental, o abandono do paradigma de que a degradação ambiental é o preço a se pagar pelo desenvolvimento, a introdução dos fatores culturais e sociais com causa da degradação e como fatores influentes na preservação e defesa do meio ambiente, são preocupações relativamente recentes, que apenas nas últimas três décadas passaram a freqüentar a pauta das discussões políticas e das reivindicações das associações civis;
- d) a formação de uma cultura e consciência ecológicas está em pleno processo de consolidação, principalmente nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. E este processo de consolidação exige que a formação ecológica e preservacionista da juventude tenha início no ciclo básico da educação, fomentando o elemento cultural; que esta formação se intensifique no nível superior, sistematizando os problemas ambientais regionais decorrentes do desenvolvimento social e econômico, equacionando soluções técnicas capazes de mitigá-los ou, de preferência, solucioná-los; e estenda-se ao nível da pós-graduação, abordando as novas questões, os novos desafios, que naturalmente irão surgindo; desenvolvendo técnicas mais eficientes para trabalhar antigas questões, pesquisando novos produtos não poluentes, aprimorando as técnicas de manejo de recursos escassos e não renováveis e, sobretudo, investindo na pesquisa contínua de novos processos de reciclagem dos resíduos domésticos, industriais, hospitalares etc., diminuindo, em conseqüência, o volume de rejeitos ser depositado e monitorado continuamente, muitas vezes por tempo indeterminado;
- e) a integração harmoniosa entre a graduação e a pós-graduação, através dos programas de iniciação científica, por exemplo, certamente produzirá bons frutos em todas essas etapas, inclusive na proposição de soluções para resgatar o passivo ambiental decorrente de anos de exploração descontrolada dos recursos naturais, sem a mínima preocupação ambiental ou preservacionista;
- f) Para o setor mineral, a solução para uma nova formação, ambientalmente correta, deve passar pela compreensão de todos os fundamentos dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e das tecnologias mais adequadas relacionadas à mitigação e prevenção dos impactos ambientais nos projetos de mineração. Recentemente, um conservacionista senegalês chamado Baba Dioum citado por Dhar et al. (1996) propôs a seguinte sentença que enunciamos para reflexão: “ *Nós preservaremos somente o que amarmos, nós amaremos somente o que entendermos e nós entenderemos somente o que discutirmos* ”.

REFERÊNCIAS

Dhar, Bharat.B; Badrinath, S.D. **Environmental Education for sustainable development.** Proceedings of First Mining Environment Congress. Nova Delhi. India: A.A.Balkema Publishers, 1996.

Fiorillo, Carlos A.; Rodrigues, Marcelo A.; Nery, Rosa M. A. **Direito processual ambiental brasileiro.** Belo Horizonte: Del Rey, 1996.

Klugman, Michael. **Mine Environment Training at the Zimbabwe School of Mines – Case History** . Proceedings of First Mining Environment Congress. Nova Delhi. India: A.A.Balkema Publishers, 1996

Oliveira, Juarez de; Oliveira, Ana C. F. de. **Constituição Federal de 1988** (atualizada até a EC19/98). 2 ed. São Paulo: Oliveira Mendes, 1998.

Timcak, G.M. **Environmental Education for Mining Engineers – Past, Present and Future.** Proceedings of First Mining Environment Congress. Nova Delhi. India: A.A.Balkema Publishers, 1996