

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL NA ESCOLA DE MINAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO: A VALORIZAÇÃO DA PRAXIS NA SUSTENTAÇÃO DE UMA ESTRUTURA CURRICULAR

Marco A. Fonseca; marco@degeo.ufop.br

Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Geologia

Campus Universitário S/N

35.400-000 – Ouro Preto - MG

Hermínio A. Nalini Jr; nalini@degeo.ufop.br

Issamu Endo; issamu@degeo.ufop.br

Paulo de Tarso A. Castro; paulo@degeo.ufop.br

Messias G. Menezes; messias@degeo.ufop.br

Resumo. *Estudos recentes de especialistas têm demonstrado que existe uma sensível diminuição pela procura das áreas tradicionais da Engenharia, havendo, por outro lado, uma crescente procura por novas especialidades. Por outro lado, desde o final dos anos 80 a área de Engenharia Ambiental tem sido colocada entre as novas especialidades da Engenharia com demanda crescente. Em função deste quadro, a Escola de Minas propôs a criação desta especialidade. A criação deste novo curso teve como base fundamental o aproveitamento da praxis da Escola de Minas e demais departamentos da UFOP envolvidos com a problemática ambiental. Neste sentido e considerando as diversas interfaces, o novo curso foi concebido envolvendo três grandes especialidades dos departamentos da Escola de Minas, quais sejam: Recursos Hídricos e Saneamento, Mitigação do Impacto Ambiental do Setor Industrial Mineral-Metalúrgico e Gerenciamento e Avaliação de Recursos Naturais e do Espaço Territorial. Esta formulação, além de reunir todas as potencialidades dos departamentos envolvidos, traz consigo uma estruturação que facilmente se enquadra nas formulações das diretrizes curriculares.*

1. INTRODUÇÃO

No final do século XX, há em toda sociedade naturais questionamentos que buscam estabelecer quais serão as tendências que guiarão o século que se iniciará. Em que pese a grande complexidade que envolve tais questionamentos, de certa forma há um consenso que as tendências futuras serão dirigidas visando questões sócio-econômicas de maior magnitude. Aspectos como a notável tendência de crescimento populacional que ocorrerá nos países em desenvolvimento, a busca por melhores padrões de vida das populações, avaliações das atitudes e experiências passadas e novos rumos do setor industrial, o impacto das novas tecnologias e as relações do homem com o meio ambiente estarão certamente entre as questões que necessariamente deverão influenciar no desenrolar do processo civilizatório que se avizinha. Em decorrência disso, novos pressupostos econômicos e políticos são formulados

em um intrincado conjunto, ao qual se aliam um processo de aceleração nas relações internacionais e as características sócio-culturais peculiares de cada nação. Do encontro da globalização com as diversas culturas humanas, a população brasileira, como qualquer outra, não se afastará. Mas, o que advirá deste paradoxo entre o global e o étnico / cultural dependerá, em muito, da capacidade de cada povo integrar as novas tecnologias ao conhecimento dos recursos naturais e do relacionamento que se dará entre cada sociedade e os recursos disponíveis em seu território.

Neste cenário, a Universidade deve estar atenta a todas estas transformações. Formadora do Homem, que por um lado, deverá compreender, delinear e avaliar todas as novas variáveis que se colocam, ela deve adequar seus currículos às demandas sociais atuais e, ao mesmo tempo, incorporar as tendências sociais que despontam. Por outro lado, a complexidade de fatores e processos múltiplos que se apresentam, requer cada vez mais interferências em áreas de interface, que ultimam, necessariamente, com a criação de novos campos de ação.

Historicamente, assim se processaram tais transformações no âmbito do ensino. A formação do engenheiro, em específico, bem como o caráter de suas atribuições profissionais têm sido vinculada aos rumos econômicos e políticos que permeiam o processo histórico de formação social e econômica do Brasil. Assim é que, no ensino da engenharia, podem ser reconhecidas pelo menos três fases relacionadas às etapas econômicas contemporâneas (Kawamura, 1979):

1. uma primeira fase, onde o modelo econômico é essencialmente agro-exportador, desde meados do Segundo Império até fins da República Velha;
2. uma segunda fase que se desdobra até 1945, onde se processa uma incipiente industrialização centrada na produção de bens de consumo;
3. e, finalmente, uma terceira fase que vai do pós-Guerra até fins da década de 1980, quando ocorre um pujante crescimento industrial que tem como diretriz a substituição dos produtos industriais importados. Esta fase, marcada por uma forte interferência do estado no processo de desenvolvimento, particularmente no setor de infra-estrutura, culmina no paroxismo do desenvolvimento industrial brasileiro vindo a desaguar na atual e crescente internacionalização do mercado interno.

Já no início da década de 80, havia um certo consenso de que a Engenharia e a Geologia deveriam incorporar outros valores, como meio ambiente e preservação ambiental, ao suporte da máquina industrial (ver e.g. Frodeman e Turner, 1996). Esta mudança levaria as universidades a iniciarem mudanças curriculares, que culminariam já no final dos anos 90, com as proposições para a formação do Engenheiro Ambiental, visando contemplar estes novos componentes.

Este profissional é definido em função das grandes mudanças fundamentais que terão impacto no conhecimento necessário ao desenvolvimento de suas competências e habilidades: o crescimento populacional e a urbanização, a poluição e degradação do meio, a mudança no papel dos recursos minerais e a busca por novos materiais.

Tendo em vista a necessidade de criação da especialidade Engenharia Ambiental no âmbito dos cursos de graduação da Escola de Minas da UFOP e considerando-se o notável caráter multidisciplinar das questões ambientais, o projeto de criação do curso de Engenharia Ambiental tomou por base uma diretriz significativa: o estabelecimento da praxis como fundamento para elaboração da estrutura curricular. Tal diretriz busca, por um lado, de certa forma regionalizar o currículo, trazendo junto de si a experiência adquirida historicamente na Escola de Minas e na Universidade Federal de Ouro Preto. Porém, há significativa atenção no sentido de capacitar ao profissional formado, o entendimento de processos, no sentido que, disciplinas que abordem apenas conteúdo factual ou de caráter puramente descritivo devam ser evitadas, enfatizando-se aquelas disciplinas e metodologias onde o exercício de ações de caráter análogo, indutivo e dedutivo sejam a tônica, culminando na formação de um

profissional que seja capaz de efetuar, sempre com segurança, a análise da inter-relação fatos e processos. Em decorrência, o profissional será capacitado para, rapidamente, se inserir em qualquer contexto que envolva a problemática ambiental.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS ACERCA DA CRIAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA AMBIENTAL NO BRASIL

No final dos anos 80, quem se propusesse a verificar os relatórios anuais do Serviço Geológico Americano, verificaria claramente que havia uma preocupação institucional em oferecer produtos e serviços mais próximos do social, ou seja, produtos que atendessem mais diretamente e de forma mais clara a sociedade americana que, em última análise, financiava a própria agência. A partir daquela época esta preocupação generalizou-se junto aos principais serviços geológicos dos países do primeiro mundo (Bohlen *et al.*, 1998) chegando também ao Brasil.

Este processo era e é decorrente de transformações que ocorriam nas relações macroeconômicas, especificamente o declínio da tendência de consumo mundial por metais primários, em função da tecnologia de novos materiais e o aprimoramento dos processos de reciclagem. A discussão sobre essas tendências e o papel dos Serviços Geológicos no século XXI permeou os anos 90. Em 1994, em Budapeste, num simpósio em que se reuniram os diretores dos Serviços Geológicos Europeus, ficou delineado que os profissionais do início do terceiro milênio teriam atuação numa agenda que compreenderia, principalmente, os seguintes parâmetros: avaliações de risco geológico, recursos minerais e energia; estudos das alterações climáticas e buscas por soluções que ultimassem em melhor qualidade de vida (Cook, 1994).

A demanda por este novo perfil profissional impulsionou as escolas de Geologia para outros rumos. É evidente que as conclusões apontadas variavam de forma acentuada em função do estágio sócio-econômico de cada país. Assim, por exemplo, as escolas de geologia do primeiro mundo voltam-se fundamentalmente para questões ambientais e de novas tecnologias, encerrando praticamente a formação de um profissional com perfil tradicional em geologia, voltado à economia mineral, que por outro lado, ainda tem espaço em países como o Brasil, o Canadá, a Austrália, África do Sul entre outros, com forte tradição no setor mineral.

No caso específico da Engenharia Ambiental, a discussão sobre sua implantação remonta a 1975. Naquela época, o Ministério do Interior anuncia o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que visava contemplar todas as cidades com população superior a 100 mil habitantes de uma taxa de saneamento básico de 100%. Neste sentido, visando-se qualificar pessoal técnico para elaboração desta empreitada, o Governo Brasileiro envia a Londres uma Missão com o objetivo de buscar subsídios para a criação do curso de Engenharia Sanitária. Naquela época, os ingleses já distinguiam dois tipos de ação no âmbito da engenharia na interface ambiental: uma de caráter preventivo (Engenharia Ambiental) e outra de caráter curativo (Engenharia Sanitária). Não havendo consenso entre os membros da Missão acerca de qual caminho seguir, a Secretaria de Ensino Superior opta pelo segundo modelo.

Em 1994, os coordenadores dos cursos de Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Mato Grosso se deparam com um problema interessante: os alunos do curso de Engenharia Sanitária migravam para o curso de Engenharia Civil, pois os engenheiros sanitaristas somente poderiam atuar em projetos sanitários, havendo forte superposição com a engenharia civil e o conseqüente estrangulamento de sua atividade.

Neste mesmo ano, a comissão de Especialistas do MEC, através do relatório de Florianópolis recomenda a criação dos Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental, regulamentados pela portaria 1693 de 05/12/1994.

Em São Carlos, surge a primeira proposição acerca da criação de um curso de Engenharia Ambiental, como especialização da Engenharia Sanitária. Hoje, já existem cursos similares nas Universidades do Tocantins, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal de Viçosa, além de diversas outras faculdades.

3. A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO AMBIENTAL NA UFOP: A VALORIZAÇÃO DA PRAXIS

Na interface ambiental concorrem variáveis múltiplas. Os problemas ambientais devem ser analisados de forma integrada em suas dimensões de caráter ecológico, social, político, histórico, econômico e tecnológico. Delinear e avaliar tais variáveis de forma conjunta é tarefa das maiores magnitudes. Assim sendo, a formação formal do Engenheiro Ambiental da UFOP deve contemplar necessidades específicas para cada uma das demandas apresentadas e as potencialidades institucionais.

Um aspecto que deve ser ressaltado é que, a formação do Engenheiro Ambiental deve priorizar determinadas questões que o diferencie dos profissionais hoje existentes, como por exemplo, no que se refere à capacidade de compreender processos. Observa-se com bastante frequência, que muitos profissionais hoje formados, possuem ampla bagagem de conteúdo factual, porém têm muitas limitações para abordarem problemas complexos e multidisciplinares, afastando-se da trajetória ideal na busca de soluções criativas.

A Escola de Minas, de reconhecida vocação, principalmente no ensino da Engenharia Mineral, reúne todas as características necessárias à formação deste Engenheiro, capaz de efetuar, com segurança, a travessia em múltiplos sentidos de fatos para processos e vice-versa. Assim sendo, o objetivo é preparar um profissional bem capacitado para o trabalho de aquisição de dados em campo, fato que o diferenciara dos demais profissionais de engenharia, pois terá, assim, uma visão de conjunto do processo, compreendendo as interfaces dos diversos campos de conhecimento. São nas áreas de interface que os problemas alçam a níveis elevados de complexidade e de interdependência, onde a capacidade de compreensão da multivariabilidade de parâmetros e processos concorrentes ocorrem. E é onde se deverá contar com o campo e a vocação dos departamentos da Escola de Minas, no sentido de contornar as complexas condições requeridas na formação de um engenheiro ambiental.

É desnecessário afirmar que, como o curso envolve a participação de outras unidades (Escola de Farmácia, ICEB, Faculdade de Direito) inclusive no campo profissionalizante, outras especializações poderão surgir. De acordo com as diretrizes curriculares em vigor, a proposição do curso se dá através de um currículo mínimo e incorporando a flexibilização contida na LDB. Neste sentido a formação do Engenheiro Ambiental seria subdividida em três ramos principais:

- 1. recursos hídricos**
- 2. mitigação do impacto ambiental do setor industrial minero-metalúrgico**
- 3. gerenciamento e avaliação do espaço territorial**

A estes três ramos precederia um conjunto de disciplinas que visa dotar o Engenheiro Ambiental dos conhecimentos essenciais e os comuns que necessariamente compõem o acervo que permitirá ter uma visão conjuntural.

A estrutura curricular proposta está apresentada na tabela 1.

Tabela 1. grade curricular proposta para o curso de Engenharia Ambiental

Disciplinas por período

CURRÍCULO PLENO PROVISÓRIO – ENGENHARIA AMBIENTAL

Código	DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS	Período	Créditos	Aulas T/P
MTM122	Cálculo diferencial e integral I	1º	6	6/0
MTM 131	Geometria analítica	1º	4	4/0
QUI 200	Química geral teórica	1º	5	4/2
COM 105	Introdução à Ciência da Computação	1º	3	2/2
FAR	Biologia Celular	1º	3	3/0
GEO	Introdução à engenharia ambiental	1º	2	2/0
TOTAL	06 disciplinas			25
MTM123	Cálculo diferencial e integral II	2º	4	4/0
QUI 147	Química orgânica	2º	2	2/0
FIS 209	Mecânica clássica	2º	3	2/2
QUI 117	Físico-Química	2º	5	4/2
GEO	Minerais e rochas	2º	3	3/0
GEO	Geologia Física	2º	3	3/0
PRO	Ecologia Geral	2º	3	3/0
TOTAL	07 disciplinas			25
MTM124	Cálculo Diferencial e Integral III	3º	4	4/0
MTM 112	Introdução à álgebra linear	3º	4	4/0
FIS 210	Física térmica	3º	3	2/2
GEO	Fundamentos de Pedologia	3º	3	3/0
TEF	Geometria Descritiva A	3º	4	4/0
PRO	Ecossistemas	3º	3	3/0
GEO	Geomorfologia e ocupação ambiental	3º	2	1/2
TOTAL	07 Disciplinas			25
FIS211	Eletromagnetismo	4º	3	2/2
MTM 151	Estatística e probabilidade	4º	4	3/2
CIV	Fenômenos de transporte	4º	5	4/2
FAR	Princípios de Biotecnologia	4º	4	4/0
GEO	Erosão, transporte e deposição de sedimentos	4º	3	3/0
PRO	Conservação e Proteção de ecossistemas	4º	3	3/0
TOTAL	06 disciplinas			25
FIS 215	Oscilações e ondas	5º	3	2/2
GEO	Modelagem numérica de sistemas ambientais	5º	3	2/2
MIN	Engenharia de processos I	5º	4	4/0
GEO	Fundamentos de Hidrogeologia	5º	2	2/1
GEO	Climatologia	5º	3	3/0
FAR	Epidemiologia Ambiental	5º	2	1/2
CIV	Hidráulica	5º	3	2/2
TOTAL	07 disciplinas			25
GEO	Cartografia Aplicada	6º	3	2/2
CIV	Hidrologia Aplicada	6º	3	2/2
GEO 169	Geoquímica ambiental	6º	4	4/0
DIR	Direito Ambiental	6º	4	4/0
GEO	Geoprocessamento	6º	4	3/2
MET	Engenharia de processos II	6º	4	4/0

TOTAL	06 disciplinas			25
GEO	Análise Quantitativa de processos erosivos e de assoreamento	7º	3	2/2
PRO	Avaliação de Impactos ambientais	7º	4	4/0
GEO	Ética, meio ambiente e desenvolvimento	7º	3	3/0
CIV	Geotecnia Ambiental	7º	4	3/2
PRO 241	Economia Política e Financeira I	7º	2	2/0
GEO	Degradação e poluição ambiental	7º	3	2/2
FAR	Ecotoxicologia	7º	3	3/0
TOTAL	07 disciplinas			25
PRO	Planejamento e sistemas de gestão ambiental	8º	4	4/0
GEO	Energia Primária	8º	3	2/2
CIV	Sistemas hidráulicos e sanitários	8º	3	2/2
FAR	Métodos biológicos de tratamento de resíduos	8º	2	2/1
PRO 242	Economia Política e financeira II	8º	2	2/0
PRO 243	Organização e administração industrial I	8º	2	2/0
TOTAL	06 disciplinas			19
GEO	Gestão de projetos ambientais	9º	4	4/0
FAR	Qualidade de águas	9º	2	1/2
PRO 244	Organização e administração industrial II	9º	2	2/0
TOTAL	03 disciplinas			9
GEO	Trabalho de Graduação	10º	4	0/8
CIV	Tratamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos	10º	4	3/2
TOTAL	2 disciplinas			13
DISCIPLINAS ELETIVAS				
Ramo I				
GEO	Gerenciamento de recursos hídricos e bacias hidrográficas		3	3/0
GEO	Simulação do transporte e deposição de sedimentos em rios e reservatórios		3	2/2
GEO	Hidrogeologia Ambiental		2	1/2
CBI180	Limnologia		3	2/2
Ramo II				
MIN	Mineração e meio ambiente		3	3/0
MIN	Tratamento de efluentes		3	2/2
MIN 213	Engenharia ambiental na mineração		3	3/0
MIN 243	Estabilidade de taludes		3	2/2
MIN 256	Processamento dos minerais I		4	4/0
GEO	Recuperação de áreas degradadas pela mineração		3	3/0
MET	Aspectos ambientais da hidrometalurgia		3	3/0
MET	Físico-química das transformações em meios aquosos		4	4/0
MET	Reciclagem de efluentes da indústria Metalúrgica		3	3/0
Ramo III				
CBI 202	Biogeografia		3	2/2

CBI 200	Fitogeografia		3	2/2
CIV	Impacto ambiental de grandes obras civis		3	2/2
CIV	Geotecnia de Meios Urbanos		3	3/0
GEO 227	Processos e depósitos em encostas		3	2/2
GEO 216	Sensoriamento remoto		3	1/4
GEO 294	Geologia de Engenharia		3	2/2
GEO	Processamento digital de imagens		2	1/2
GEO240	Minerais e rochas industriais		3	2/2
GEO	Dinâmica costeira e processos erosivos		2	2/0
GEO	Introdução à Geoquímica dos processos exógenos		2	1/2
Domínio Conexo				
EDU 109	Métodos e técnicas de pesquisa		3	2/2
PRO 255	Engenharia Econômica		2	2/0
PRO 302	Ações Empreendedoras		2	1/2
FIL 114	Filosofia da Ciência		2	2/0
FIL 200	Introdução à Filosofia da Ciência e das Idéias		2	2/0
GEO	Tecnologia e civilização industrial		3	3/0
GEO	Técnicas Instrumentais em Geoquímica Ambiental		1	0/2
CIV	Mecânica de Engenharia		3	2/2

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estruturação curricular ora proposta procura contemplar as especialidades de quatro departamentos da Escola de Minas, respectivamente, os departamentos de Engenharia Civil, Minas, Metalurgia e Geologia. Nestas áreas de caráter mais geral, a especialização do Engenheiro Ambiental estaria garantida através de duas ações:

- a primeira delas é a proposição de um currículo mínimo extremamente flexível, com 3.255 horas de disciplinas obrigatórias e 495 horas de um leque de disciplinas optativas. A sustentação dos diferentes ramos do curso de Engenharia Ambiental se dará a partir de sua formulação na linha das Diretrizes Curriculares.
- a proposição de uma disciplina de final de curso, denominada de Trabalho Final de Graduação também concorre neste sentido. A concepção da disciplina envolve trabalhos de coleta, tratamento e interpretação de dados, em área específica a ser definida pelo próprio aluno, orientado por um professor e em consonância com o ramo de disciplinas optativas seguidas. A avaliação envolverá apresentação de monografia de graduação, com apresentação perante banca presidida pelo prof. Coordenador da Disciplina, que será designado em sistema de rodízio.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores Frederico G. Sobreira, Mariângela G.P. Leite, José Francisco do Prado Filho, Antenor R. Barbosa Júnior e Jorge Adílio Penna pelas muitas sugestões que contribuíram para o aprimoramento do projeto.

REFERÊNCIAS

- Bohlen, S.R. *et al.* Geology for a changing world: a Science strategy for the Geologic Division of the USGS, 2000-2010. 1998.
- Frodeman, R.F.; Turner, C. Geology in a Post-Industrial Society. J. Geoscience Education 44: 36-37. 1996.

Cook,P.J. The role of the geological survey in the 21st century. Episodes 17:106-110. 1994.

Kawamura, L.K. Engenheiro: trabalho e Ideologia. Ática, 147p. 1979.