

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

***PROPOSIÇÕES PARA A ESTRUTURAÇÃO
DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AMBIENTAL***

ALUNO: Sérgio Augusto da Silva Roman
ORIENTADOR: Marcelo Libânio
CO-ORIENTADORA: Ana Lucia Amaral

Belo Horizonte
agosto/2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

PROPOSIÇÕES PARA A ESTRUTURAÇÃO
DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AMBIENTAL

ALUNO: Sérgio Augusto da Silva Roman
ORIENTADOR: Marcelo Libânio
CO-ORIENTADORA: Ana Lucia Amaral

Belo Horizonte
agosto/2004

A554a Roman, Sérgio Augusto da Silva
2004. Proposições para a Estruturação de Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental/
Sérgio Augusto da Silva Roman
201 p. il.

Orientador: Marcelo Libânio

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia Ambiental – Teses 2. Ensino da Engenharia Ambiental – Teses 3. Matriz Curricular de Engenharia Ambiental – Teses I. Libânio, Marcelo II. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental III. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos IV. Título

CDU:628.35 (043)

- **RESUMO**

A Engenharia Ambiental é uma nova modalidade da engenharia, criada pelo Ministério da Educação e do Desporto – MEC através da Portaria nº 1.693, de 5 de dezembro de 1994. Desde 1.992, quando foi criado o primeiro curso dessa modalidade no Brasil, foram estruturados e estão sendo ofertados 59 cursos, em 16 estados brasileiros. As regiões sudeste e sul concentram 75% desses cursos e 72% das vagas ofertadas.

Apesar da Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 estabelecer *diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia*, observou-se que os cursos de Engenharia Ambiental ofertados pelas Instituições de Ensino Superior brasileiras apresentam diferenças de concepção e de estruturas curriculares de tal forma significativas que torna-se urgente definir conteúdos mínimos comuns que assegurem uma *identidade* para esta nova modalidade da Engenharia, além de atender aos requisitos mínimos estabelecidos nas diretrizes curriculares nacionais.

O objetivo deste estudo foi conhecer o universo dos cursos ofertados no Brasil e alguns no exterior, estudar suas matrizes curriculares, colher a opinião de técnicos que trabalham com as questões ambientais sobre o perfil desejável para o profissional egresso desses cursos e, a partir dessas informações, propor uma estrutura curricular que permita ao egresso do curso efetivamente atender à crescente demanda da sociedade por profissionais com visão sistêmica, multidisciplinar e transdisciplinar que as questões ambientais requerem.

O estudo desenvolvido permitiu ainda conhecer as principais interfaces entre a engenharia ambiental, outras engenharias e outras áreas do conhecimento. A conclusão do trabalho deixa clara a necessidade de um grande esforço por parte das IES que estão ofertando cursos de Engenharia Ambiental para criar uma identidade nacional para seus cursos. Uma identidade capaz de tornar a profissão de engenheiro ambiental conhecida, respeitada e de interesse de toda a sociedade brasileira, na medida que o desenvolvimento sustentável é a única forma de assegurar a sobrevivência das futuras gerações.

- **ABSTRACT**

Environmental Engineering is a new kind of Engineering, accredited by the Education and Sport Office of the Brazilian Government – MEC in the Decree nº 1.693 of December 5th, 1994. Since 1992, when the first Environmental Engineering course was accredited, there have been offered 59 courses in 16 Brazilian states. About 75% of these courses and 72% of the positions are in the South and Southeast states of the country.

Although the government's Decree CNE/CES nº 11, March 11th, 2002 established the *rules for the engineering course's programs*, one could see that the existent courses had a lot of significant differences related to the conception and to the programs so that it became urgent to define the *minimum curriculum*, thus assuring an identity for this new modality of engineering course.

The aim of this dissertation is to study of the Environmental Engineering courses that are available in Brazil and in some other countries and their programs, and to collect opinions with experts that deal with environmental subjects, concerning the desirable profile for an environmental engineer, and also gather all data in order to propose a course program that allows the egressed student to meet the society's growing demand for professionals with a systemic, interdisciplinary and transdisciplinary view as required by the environmental subjects.

This study allowed a greater knowledge of main interfaces between the Environmental Engineering and the other Engineering. Findings of this dissertation shows the necessity of the graduating schools to develop a big effort in order to create an identity for all Environmental Engineering courses available in Brazil. This will help the profession of the Environmental Engineer become well-known, respected and to be considered a matter of interest to the Brazilian society, especially for those who believe that the sustainable development is the only way to assure the survival of future generations.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Geral.....	4
2.2 Específicos.....	4
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
3.1 Evolução da Problemática Ambiental.....	5
3.1.1 Década de 60 – Fase da Mobilização Social.....	5
3.1.2 Década de 70 – Fase do Controle Ambiental.....	5
3.1.3 Década de 80 – Fase do Planejamento.....	7
3.1.4 Década de 90 – Fase da Gestão Ambiental	8
3.2 O Currículo.....	10
3.3 Parâmetros e Diretrizes Curriculares	14
3.4 Legislação e Normatização Referentes à Engenharia Ambiental.....	16
4. METODOLOGIA	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1 Oferta e Caracterização dos Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental no Brasil.....	23
5.2 Pesquisa da Demanda Social pelos Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental.....	31
5.3 Proposições dos Coordenadores de Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental.....	33

5.4	Análise das Matrizes Curriculares de Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental Selecionados.....	35
5.5	Oferta e Caracterização dos Cursos de Engenharia Ambiental de Instituições de Ensino Estrangeiras	48
6.	PROPOSTA DE ESTRUTURA.....	54
6.1	Considerações Gerais.....	54
6.2	Núcleo de Conteúdos Básicos	55
6.3	Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes.....	57
6.4	Núcleo de Conteúdos Específicos.....	58
7.	CONCLUSÕES	61
8.	RECOMENDAÇÕES	66
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
10	ANEXOS	69
	ANEXO I Matrizes Curriculares - Graduação em Engenharia Ambiental Proposições de Especialistas	I-XI
	ANEXO II Matrizes Curriculares Selecionadas	XII-XXXVI
	ANEXO III Análise das Matrizes Curriculares Selecionadas.....	XXXVII-CVII
	ANEXO IV Matrizes Curriculares de IES Estrangeiras.....	CVIII-CXV
	ANEXO V Definições de Disciplinas e Respektivas Cargas Horárias	CXVI-CXXI

• **LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química

CCMS - Comissão de Meio Ambiente da Otan

CEE - Comunidade Econômica Européia

CETESB - Centro de Tecnologia de Saneamento Básico de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais

EMAS - Eco Management and Audit Scheme

EMC - Estratégia Mundial para a Conservação

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IES - Instituição de Ensino Superior

MEC – Ministério da Educação e do Desporto

OECD - *Organisation for Economic Cooperation Development*

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONG - Organização Não Governamental

ONU - Organização das Nações Unidas

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente

SESU - Secretaria da Educação Superior

SMA - Superintendência de Meio Ambiente - Secretaria de Ciência e Tecnologia

SUDEPE - Superintendência do Desenvolvimento da Pesca

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UICN - União Internacional para Conservação da Natureza

UNEP - Programa Ambiental das Nações Unidas

WCED - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

WWF – *Wild World Foundation*

• **LISTA DE TABELAS**

TABELA 5.1	Instituições de Ensino Brasileiras que Ofertam Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental	24
TABELA 5.2	Quantidade de Cursos por Estado e por Região.....	28
TABELA 5.3	CrITÉrios Adotados na TransposiÇão das Disciplinas das Matrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia Ambiental	37
TABELA 5.4	Matrizes Curriculares de Cursos de GraduaÇão em Engenharia Ambiental Implantados.....	38
TABELA 5.5	Análise Estatística das Matrizes Curriculares Seleccionadas Núcleo de Conteúdos Básicos.....	43
TABELA 5.6	Análise Estatística das Matrizes Curriculares Seleccionadas Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes.....	45
TABELA 5.7	Análise Estatística das Matrizes Curriculares Seleccionadas Núcleo de Conteúdos Específicos.....	46
TABELA 6.1	Núcleo de Conteúdos Básicos - Proposta de Disciplinas do Tópico Ciências do Ambiente.....	55
TABELA 6.2	Núcleo de Conteúdos Básicos - Proposta de Disciplinas do Tópico Matemática	56
TABELA 6.3	Núcleo de Conteúdos Básicos - Relação de Tópicos e ProposiÇão de Cargas Horárias	57
TABELA 6.4	Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes - Proposta de Disciplinas do Tópico Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico	57
TABELA 6.5	Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes - ProposiÇão de Tópicos e de Cargas Horárias	58
TABELA 6.6	Núcleo de Conteúdos Específicos - ProposiÇão de Tópicos e de Cargas Horárias	59

• **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 5.1	DistribuiÇão dos Cursos de Engenharia Ambiental no Brasil, por Intervalos de Carga Horária.....	23
FIGURA 5.2	DistribuiÇão Geográfica dos Cursos de Engenharia Ambiental no Brasil (em %)	28
FIGURA 5.3	DistribuiÇão das Vagas Ofertadas, por Região (em %)	29
FIGURA 5.4	Número de Cursos de Engenharia Ambiental Implantados por Ano no Brasil.....	30

À minha mãe e meus filhos, que me incentivaram e me deram forças nos momentos de cansaço.

À Marlene, que muitas vezes abriu mão da minha presença.

Vocês estiveram sempre presentes.

Agradeço à minha co-orientadora, Ana Lúcia Amaral, que me direcionou e não me deixou perder de vista os objetivos do trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Marcelo Libânio, pela amizade demonstrada ao longo deste percurso. Tenho certeza que, hoje, você entende porque lhe pedi para ser meu orientador. O bom humor é uma ferramenta poderosa.

*Vem por aqui, dizem-me alguns.
Eu cruzo os braços e nunca vou por ali.
Só vou por onde me levam
meus próprios passos.
Se o que busco saber
nenhum de vós responde,
porque me repetis vem por aqui?
Se eu vim ao mundo,
foi só para deflorar florestas virgens
e desenhar meus próprios pés
na areia inexplorada.
O mais que eu faço não vale nada.
Como pois sereis vós que me dareis
machados, ferramentas e coragem
para eu derrubar os meus obstáculos?
Deus e o diabo é que me guiam!
Mais ninguém!
Que ninguém me venha
com piedosas intenções.
Não me peçam definições.
Ninguém me diga vem por aqui!
A minha vida é um vendaval que se soltou.
É uma onda que se levantou.
É um átomo a mais que se animou.
Não sei por onde vou.
Não sei prá onde vou.
Sei que não vou por aí.*

José Régio

1 INTRODUÇÃO

A inserção das variáveis ambientais nas ações de planejamento do desenvolvimento e no controle ambiental de fontes poluidoras e degradadoras é recente. A partir da década de 60, alguns eventos evidenciaram o surgimento de uma inquietação mundial com as questões relacionadas com o meio ambiente. Em 1960, uma reunião do Clube de Roma promoveu a primeira discussão internacional sobre a adoção de políticas envolvendo aspectos ambientais. Na mesma reunião, foram avaliados os critérios de uso dos recursos hídricos superficiais, até então utilizados sem nenhuma normatização específica em nível global.

Em abril de 1970 foi promovido o *Dia da Terra*. Considerada a maior manifestação ambientalista da história, dela participaram mais de trezentos mil americanos, proclamando o advento do ambientalismo como uma questão pública fundamental. Em 1971, foi criado o *Greenpeace*, certamente a mais ativa organização não governamental (ONG) do mundo. Esses eventos mostravam que a degradação do meio ambiente começava a fazer parte das preocupações das populações mais esclarecidas, em todo o planeta.

O surgimento de casos críticos de degradação ambiental levou a Suécia a propor à Organização das Nações Unidas (ONU) a realização de uma Conferência Internacional sobre os problemas do meio ambiente humano. Realizada em 1972, a Conferência Mundial do Meio Ambiente ou Conferência de Estocolmo, reuniu representantes de 113 países, de 250 organizações não-governamentais e de organismos da ONU. Resultaram desse encontro a *Declaração sobre o Ambiente Humano* ou *Declaração de Estocolmo* e a criação do *Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)*. A partir de então, em todo o mundo, as questões ambientais passaram a ser tratadas de forma integrada e multidisciplinar.

No Brasil, as questões relacionadas à gestão ambiental são ainda mais recentes. Apenas a partir de 1973, com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), posteriormente transformada em Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), incorporando a estrutura administrativa e as funções do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), passou-se a trabalhar com as questões ambientais de forma sistematizada e multidisciplinar.

Desde então e até o final da década de 80, foi definido, em todas as instâncias de governo, o arcabouço jurídico-institucional para planejar, fiscalizar e monitorar a implantação e operação de empreendimentos e atividades potencialmente poluidores.

Hoje, o País dispõe de leis e normas ambientais consideradas avançadas. Da mesma forma, a estrutura administrativa, em todos os níveis de governo, afigura-se como adequada, ressentindo-se, no entanto, de recursos financeiros insuficientes e, principalmente, de pessoal técnico capacitado e com a visão sistêmica, multidisciplinar e transdisciplinar requerida para tratar das questões ambientais.

As empresas de engenharia consultiva e o próprio setor produtivo igualmente se ressentem da pouca oferta de técnicos com formação adequada neste novo campo profissional. A demanda da sociedade vem sendo suprida, em parte e de forma restrita, pelos cursos de especialização *lato e stricto sensu* ofertados por algumas Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras.

Desta forma, o desafio que se coloca é dotar a sociedade de profissionais com formação ampla na área ambiental. Profissionais que estejam efetivamente aptos a planejar o desenvolvimento de forma sustentável, que tenham uma visão sistêmica das questões ambientais, e que possuam conhecimento técnico para o desenvolvimento de projetos de controle ambiental adequados às condições atuais de desenvolvimento.

A engenharia é intrinsecamente uma grande modificadora do meio ambiente, pelas suas próprias características de atuação. Talvez, principalmente por isto, ela seja o único caminho para que as ações de planejamento e gestão ambiental sejam efetivas e compatíveis com o nível de desenvolvimento pretendido pela sociedade.

Em 1992, foi ofertado o primeiro curso de Engenharia Ambiental no Brasil, pela Fundação Universidade Federal do Tocantins – UFT, então denominada UNITINS. Desde então e até junho de 2004, foram estruturados e estão sendo ofertados 59 cursos, abrangendo IES públicas e particulares.

Uma análise das matrizes curriculares desses cursos evidencia a necessidade de uma melhor definição das atribuições específicas da Engenharia Ambiental e de um balizamento mínimo de conteúdos a serem desenvolvidos pelos cursos, para que os objetivos pretendidos, de

formação ampla, multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar na área ambiental, possam ser alcançados.

Em 2002, foi realizado pela Universidade do Vale do Itajaí - Univali, o *II Encontro de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*, simultaneamente com o *I Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental*. Em maio de 2003, a Universidade Federal do Espírito Santo - UFES promoveu, em Vitória, o *III Encontro de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*. Em outubro de 2003 foi realizado o *IV Encontro de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*, simultaneamente com o *II Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental*, ainda na Univali. Finalmente, nos dias 13 e 14 de maio deste ano foi realizado o *V Encontro de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*, na Universidade Fumec, em Belo Horizonte.

Nesses encontros, ficou evidenciado que os cursos de Engenharia Ambiental implantados no Brasil apresentam projetos pedagógicos e matrizes curriculares essencialmente diferentes. Concluiu-se que se fazem necessários um extenso trabalho de adequação de alguns dos cursos já implantados e a definição de diretrizes básicas que norteiem a implantação de novos cursos de Engenharia Ambiental no Brasil, sob pena dos mesmos não serem reconhecidos, com severas implicações para as escolas que os ofertam.

Ficou ainda evidente a necessidade de uma ampla divulgação da Engenharia Ambiental como novo campo profissional, tendo em vista que a grande maioria dos órgãos e empresas não tem conhecimento da existência desses cursos.

Face a essas constatações, as IES que ofertam cursos de Engenharia Ambiental estão tratando de definir as características mais relevantes que devem ser comuns a todos os cursos. Nesse contexto, a pesquisa proposta é bastante oportuna, por fornecer às instituições de ensino um balizamento mínimo para que as mesmas ofertem cursos que, além de atenderem à demanda da sociedade, estejam ajustados aos dispositivos legais e efetivamente formem profissionais com a visão multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar que a questão ambiental requer.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

A partir dos campos dos conhecimentos abrangidos pelas questões relacionadas com a gestão ambiental, da demanda social por profissionais com amplo conhecimento das questões relacionadas com o meio ambiente e das normas que regulam a formação e o exercício profissional do Engenheiro Ambiental, a pesquisa objetiva propor uma estrutura curricular básica para os cursos de graduação em Engenharia Ambiental, de sorte a subsidiar ações pedagógicas que visem à formação adequada de profissionais neste novo campo da Engenharia e criar uma *identidade profissional* para os engenheiros ambientais.

2.2 Específicos

- Identificar as interfaces da Engenharia Ambiental com outros campos do conhecimento.
- Apresentar uma análise dos dispositivos legais e normativos que regulam a estruturação e o funcionamento dos cursos de Engenharia Ambiental no Brasil.
- Proceder à análise da estrutura curricular de uma amostragem representativa dos cursos de Engenharia Ambiental atualmente ofertados no Brasil, identificando falhas com relação à legislação existente, considerando as peculiaridades e demandas regionais.
- Subsidiar a adequação das matrizes curriculares e projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia Ambiental existentes e a definição de matrizes curriculares e projetos pedagógicos de cursos a serem implantados no Brasil.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 *Evolução da Problemática Ambiental*

Foram compilados do *site* da Ambiente Global (www.ambienteglobal.com.br) os seguintes eventos, considerados os mais relevantes sobre a evolução da problemática ambiental:

3.1.1 **Década de 60 - Fase de Mobilização Social**

1960 - *Clube de Roma* - Primeira discussão internacional sobre a adoção de políticas envolvendo aspectos ambientais. Na mesma reunião foram avaliados os critérios de uso dos recursos hídricos superficiais que, até então, eram utilizados sem nenhum tipo de regulamentação global.

1962 - *Assinatura do Tratado de Proibição Parcial de Testes Nucleares*, firmado por Estados Unidos, União Soviética e Grã-Bretanha. O Tratado põe fim aos testes atmosféricos realizados nos três países. O acontecimento foi considerado como a *primeira vitória na campanha para salvar o meio ambiente*.

3.1.2 **Década de 70 - Fase do Controle Ambiental**

- Estabelecimento de políticas de controle de poluição ambiental, principalmente do ar e água;
- Criação dos primeiros movimentos ambientalistas;
- Criação de diversas organizações internacionais com o objetivo de discutir os problemas ambientais em nível mundial, dentre as quais destacam-se:
 - Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP);
 - diversas associações da Comunidade Econômica Européia (CEE);
 - Diretoria de Meio Ambiente da *Organisation for Economic Cooperation Development* (OECD)
 - Relatório da Comissão da Comunidade Européia para a Proteção do Meio Ambiente e do Consumidor;
 - Comissão de Meio Ambiente da Otan (CCMS).

- No Brasil, criação de órgãos de controle, como a Sema (Federal), Sma (MG) Cetesb (SP), Feema (RJ), e órgãos normativos e deliberativos, como o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (Copam).
- A partir dessa década, qualquer acidente ecológico passou a ter um espaço bem maior na mídia e as empresas responsabilizadas por eles começaram a ser vistas com maiores reservas pela população, cada vez melhor informada sobre as questões ambientais.

1970 - Mais de trezentos mil americanos participam do "Dia da Terra". Considerada a maior manifestação ambientalista da história, a comemoração rendeu inúmeras manchetes e destaques em veículos de comunicação, que proclamaram o advento do ambientalismo como uma questão pública fundamental.

1971 - Nasce o Greenpeace - Entre as diversas entidades fundadas na época há diferenças de propostas e formas de atuação. Isso ocorre porque o movimento ambientalista é considerado pelos próprios ambientalistas basicamente um *movimento histórico*.

1972 - Conferência de Estocolmo - O surgimento de casos críticos de degradação ambiental e a consciência sobre a necessidade de ações urgentes em nível global levou a Suécia a propor à Organização das Nações Unidas (ONU) a realização de uma Conferência Internacional sobre os problemas do meio ambiente. Assim nasceu a Conferência Mundial do Meio Ambiente, mais conhecida como Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, que reuniu representantes de 113 países, de 250 organizações não-governamentais e organismos da ONU.

Os principais resultados formais do encontro foram a *Declaração sobre o Ambiente Humano*, ou *Declaração de Estocolmo* e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

A função mais importante do PNUMA é ser um organismo catalisador das atividades e a tomada de consciência da questão ambiental em todo o mundo. Coordenando as atividades de todos os organismos da ONU com relação ao meio ambiente, o PNUMA atua junto aos governos, comunidades científicas, indústrias e organizações não-governamentais para cumprir seus objetivos.

1973/1974 - O mundo enfrenta a primeira crise do petróleo, que serviu para repensar o consumo desenfreado dos recursos naturais, considerados até então ilimitados.

1974 - Pela primeira vez, os cientistas americanos Rowland e Molina chamam a atenção para os perigos da destruição da camada de ozônio pelo cloro-flúor-carbono (CFC).

3.1.3 Década de 80 - Fase do Planejamento

- Inclusão do planejamento ambiental no planejamento estratégico das empresas.

1980 - Nesse ano, a *União Internacional para Conservação da Natureza (UICN)* lançou o documento *Estratégia Mundial para a Conservação (EMC)*. O objetivo era contribuir para a formulação de políticas de desenvolvimento sustentado. Esse documento, que pontua e aprofunda de modo pioneiro as questões ambientais de base, alerta a opinião pública mundial para o perigo das pressões exercidas sobre os ecossistemas da Terra e propõe práticas de desenvolvimento ecologicamente adequadas como medidas para aliviá-las.

1980/81 - No Brasil, criação da Política Nacional do Meio Ambiente, que menciona o Estudo do Impacto Ambiental.

1985 - A partir desse ano, a política oficial de meio ambiente no Brasil é executada pelo Sisnama (Sistema Nacional de Meio Ambiente); Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) e, em nível técnico, pelo Ibama (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis). Os estados brasileiros buscam se estruturar para cumprir as atribuições técnicas, normativas e deliberativas, afinadas com a legislação e normatização estabelecidas pelo Sisnama.

1986 - A Resolução nº 01/86 do Conama torna obrigatória a Análise de Impactos Ambientais, para atividades específicas, que passa a se constituir no principal instrumento técnico do licenciamento ambiental e controle ambientais.

1987 - Aprovado e divulgado pela ONU o relatório *Nosso Futuro Comum*. O documento, que relaciona 109 recomendações destinadas a concretizar os propósitos emanados de Estocolmo (1972), foi elaborado por um órgão assessor, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED), presidida pela então Primeira Ministra

da Noruega, Harlem Brundtland. De forma sintética, sua principal conclusão é “*que o comportamento da economia internacional faz prever que as futuras gerações não terão acesso aos recursos necessários para sua sobrevivência*”.

1988 - A revista Time publica uma matéria na qual destaca *o ano em que a Terra falou*. Em 1988, foram vários os casos de seca, ondas de calor, fogo em florestas, enchentes e furacões violentos que aterrorizaram os povos de várias partes do mundo.

1989 - A Assembléia Geral das Nações Unidas pede a elaboração de um documento visando definir estratégias que permitissem interromper e reverter os efeitos da degradação ambiental.

3.1.4 Década de 90 - Fase da Gestão Ambiental

1990 - Adoção da *atuação responsável* pela Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim).

1990 - O presidente da empresa americana Borjohn Optical Technology foi multado em U\$S 400.000,00 e preso por 26 meses pela emissão de substâncias tóxicas no esgoto local e sua empresa ficou inelegível para contratos com o governo.

1991 - Promulgação, pela Câmara do Comércio Internacional, da *Carta de Roterdam*, com 16 princípios.

1991 - No dia 21 de outubro, foi revisada a *Estratégia Mundial para Conservação (EMC)*. A revisão foi feita pelos patrocinadores da EMC, PNUMA, WWF e UICN e com a participação de cientistas, organizações ambientalistas e entidades governamentais, que examinaram e consolidaram as informações das experiências das diversas estratégias de conservação.

O resultado foi o documento *Cuidando do Planeta Terra: uma estratégia para o futuro da vida*. Ele amplia e enfatiza o conteúdo da Estratégia Mundial para a Conservação, apresentando nove princípios gerais e planos de ações para uma vida sustentável.

1992 - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio

92. Tão importante quanto a Rio 92 foi o seu processo preparatório. O Comitê preparatório da Conferência (Prepcom), que promoveu discussões técnicas e políticas sobre os documentos a serem assinados na Rio 92, inovou os procedimentos de conferências internacionais deste tipo, ao permitir grande debate político e um intercâmbio de idéias entre as delegações oficiais e os representantes de vários setores da sociedade civil mundial e a participação de cientistas independentes.

A Conferência Rio 92 mostrou que o questionamento do estilo vigente de desenvolvimento passou a fazer parte destacada da discussão geopolítica internacional. A pressão da sociedade civil e a demonstração científica de que há linhas de risco ambiental que não podem ser ultrapassadas, fizeram com que insistir no atual uso da natureza passasse a ser avaliado como suicídio político e insensatez econômica. Aos poucos, sai de cena a idéia de que a conservação do meio ambiente implica prejuízos econômicos devido a restrições ao uso de ecossistemas.

No dia 14 de junho é aprovada a **Agenda 21**. O documento é um programa recomendado para governos, agências de desenvolvimento e grupos setoriais independentes colocarem em prática, ao longo do Século XXI, em todas as áreas onde a atividade humana incide de forma prejudicial ao meio ambiente.

1993 - Criação do EMAS - *Eco Management and Audit Scheme*.

1996 - Emissão da *ISO 14001* como Norma Internacional. A *NBR-ISO 14001* foi emitida em outubro de 1996.

1997 - Rio + 5. O evento teve o objetivo de fazer um balanço decorridos cinco anos da Rio 92. No evento, foram elaborados os pontos mais importantes da *Carta da Terra*. O documento, aprovado no ano 2000, representa um marco na história do planeta, uma referência ética para todos os povos da Terra.

1997 - Em dezembro, uma conferência de alto nível realizada em Kyoto, Japão, culminou na decisão por consenso de adotar-se um Protocolo segundo o qual os países industrializados reduziriam suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 até o período entre 2008 e 2012.

O Protocolo de Kyoto foi aberto para assinatura em 16 de março de 1998 e deveria entrar em vigor 90 dias após a sua ratificação pelos países que contabilizaram pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 e deveria ser posto em prática até o ano 2000. Não foi.

1998 - No dia 14 de novembro, terminou a 4ª Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP4), em Buenos Aires, Argentina. Sem avanços significativos, os países menos desenvolvidos obtiveram uma pequena vitória com a prioridade ao CDM (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo), pois este pode originar um fluxo de dinheiro para financiar a redução da emissão de gases.

3.2 O Currículo

O termo “currículo” aparece no dicionário inglês da Universidade de Oxford em 1633. Segundo David Hamilton (1992), a palavra vem do latim *curriculum* e significa “corrida” ou “pista de corrida”. Assim, o currículo era compreendido como um **percurso** a ser seguido, pressupondo a existência de uma estrutura e uma seqüência na organização de um curso. Na Idade Média, a seqüência e a duração dos cursos não eram previamente definidas. Nos séculos XVI e XVII, as escolas começaram a ser abertas para um segmento maior da população, exigindo organização dos conteúdos e dos métodos pedagógicos. Além disto, a introdução do currículo permitiu maior controle do ensino e da aprendizagem.

Desde então, surgiram espaços próprios para a educação, criando-se a necessidade de se definirem os conteúdos a serem trabalhados nesses espaços. As instituições educacionais, em suas diferentes formas de organização, passaram a se preocupar com o currículo, ou seja, com a definição da *forma* ou de *como* devem ser trabalhados e avaliados os conteúdos.

O surgimento do currículo como campo de estudos ocorre nos Estados Unidos e está relacionado à realidade social e educacional presente naquele país no início do século XX. Um panorama da realidade americana naquele período evidencia as origens das concepções e das disputas no campo do currículo.

Segundo Santos (2003a), naquela época os Estados Unidos já eram reconhecidos como o país de economia mais desenvolvida do mundo. Para a consolidação de seu parque industrial, foi estimulada a imigração de povos de outros países para atender às demandas de um mercado de

trabalho que se expandia com grande rapidez. Com o crescente processo de industrialização e conseqüentemente o surgimento e crescimento de novos centros urbanos, as elites americanas começaram a se preocupar com os novos costumes e padrões culturais trazidos pelos imigrantes, que provocavam transformações culturais importantes. O comportamento da população dos centros urbanos tornava-se cada vez mais diferente daquele observado nos habitantes das pequenas comunidades rurais, em que dominava a cultura anglo-saxônica branca e protestante (WASP).

Nesse contexto, a escola assume a missão de preservar e restaurar os valores da cultura americana, que pareciam ameaçados. Ao mesmo tempo, é atribuída à escola a responsabilidade de formar pessoas para os diferentes níveis de trabalho exigidos pelos diferentes níveis das hierarquias empresariais.

Argumentava-se que a escola deveria utilizar os métodos de administração científica preconizados por Taylor para as empresas. O *Taylorismo* baseava-se na idéia da divisão de tarefas e de padronização, a serem realizadas de acordo com as recomendações e a supervisão da gerência. A prevalência dessas idéias fez com que grande parte dos administradores escolares e educadores buscassem no campo empresarial idéias, princípios e critérios para a organização do processo educacional. Desta forma, o currículo, que era parte intrínseca da prática educacional formalizada, passou a ser também um *campo de reflexão e estudos*.

Em 1918, Franklin Bobbitt escreve o livro *O Currículo*. Nele, fica evidenciada a influência que as idéias de eficiência e padronização trazidas do campo empresarial exerceram sobre seu pensamento. Para Bobbitt (1918), a elaboração do currículo deveria abranger a definição clara dos objetivos educacionais e dos meios a serem empregados para atingi-los, bem como formas que pudessem medir com precisão o alcance desses objetivos. Transportavam-se assim, para o campo da educação, padrões e formas de trabalho utilizados pelo campo empresarial, objetivando-se a eficiência em função da ampliação de ganhos financeiros.

Nessa mesma época, idéias bem diferentes daquelas propostas por Bobbitt eram defendidas pelo *Progressivismo*, movimento cujo maior expoente foi John Dewey. Contrapondo-se a Bobbit, Dewey defendia que escola não poderia estar submetida aos interesses empresariais, mas constituir-se em um espaço que proporcionasse o desenvolvimento dos alunos de acordo com sua realidade cognitiva, emocional e social. Ele defendia a idéia de uma escola ativa,

guiada pelo conceito do *learning by doing*, (aprender fazendo). Dewey também afirmava que a escola deveria constituir-se em um espaço democrático, em que o aluno estaria se formando como cidadão (SANTOS, 2003).

Desde então, ficava claro que a elaboração de um currículo não é um processo *inocente*, em que educadores definem de forma imparcial e desinteressada o que deve ser ensinado. A elaboração de um currículo é um *processo social de seleção e organização de diferentes tipos de saberes e valores*. Por ser um processo de seleção, a definição de um currículo vai estar sempre submetida a disputas e embates, pois as pessoas têm idéias e concepções divergentes sobre os objetivos da educação escolar e, em conseqüência, têm opiniões diferentes sobre o que é importante ou não para ser selecionado como conteúdo escolar.

O livro *Princípios Básicos de Currículo e Ensino* de Ralph Tyler (1979) consolida a tradição tecnicista da área, prescrevendo a forma como os currículos devem ser elaborados. Tyler (1979) aborda quatro pontos que, segundo ele, são fundamentais para a elaboração de um currículo: *como selecionar os objetivos educacionais, como identificar experiências de aprendizagem que proporcionem o alcance desses objetivos, como organizar essas experiências e como avaliá-las*. Esse livro, desde então, tornou-se uma referência para os educadores que trabalhavam com currículo.

Na década de 60 o mundo assistiu a grandes movimentos no campo social: intensificação da luta pelos direitos civis; os afro-descendentes organizam-se para protestar contra o preconceito e a discriminação; as mulheres reagem contra a opressão e submissão e reivindicam mais oportunidades, principalmente no mercado de trabalho; emerge o movimento *hippie* com seu lema *paz e amor*, contrapondo-se à violência e intolerância crescentes.

Todos esses movimentos sociais provocaram um amplo debate sobre a forma como estava sendo conduzida a educação, já que a ampliação das oportunidades educacionais não conseguia reduzir as crises sociais e a violência e, portanto, não estava proporcionando o progresso social.

Como conseqüência de toda esta agitação social e intelectual surgem, na década de 1970, dois grandes movimentos que marcam o campo do currículo. Ambos são influenciados pelas novas tendências presentes na área das Ciências Sociais. Um desses movimentos, conhecido como

Nova Sociologia da Educação (NSE) emerge na Inglaterra. Desde o pós-guerra, a Sociologia da Educação estava voltada para a identificação das fontes de desigualdades educacionais, por exemplo, a relação existente entre renda e cultura familiar e fracasso educacional.

A NSE preconiza que a discussão sobre o currículo escolar deve voltar-se para a análise dos critérios e princípios que orientam a seleção e a organização do conhecimento escolar, interrogando-se sobre os interesses que guiam as escolhas e as definições curriculares. A NSE questiona o processo de seleção e organização dos conhecimentos escolares, desmistificando as idéias de que esses processos são objetivos e científicos, evidenciando que são perpassados por interesses sociais.

Uma abordagem muito interessante da questão é feita por Young (1971) no livro *Conhecimento e Controle*, composto por uma coletânea de artigos. Nele, Young destaca importantes questões sobre o currículo, dando ênfase às hierarquias existentes entre as disciplinas que integram o currículo do ensino básico. O autor mostra que as disciplinas de maior prestígio no currículo são aquelas consideradas mais abstratas e que também classificam os alunos com maior nitidez e que essas hierarquias estão relacionadas com as divisões e hierarquias existentes na sociedade.

Da mesma forma, Bernstein (1996), outro expoente do grupo da NSE, defende que as escolhas feitas no currículo estão relacionadas com os interesses de grupos que têm poder sobre a Educação e que os conhecimentos escolares estão associados à aprendizagem de valores e comportamentos considerados desejáveis do ponto de vista social, daí a associação entre currículo e controle social.

Em síntese, um campo de estudos na Educação emerge e desenvolve-se em íntima conexão com demandas apresentadas pelo campo econômico, pelos movimentos sociais e pelos próprios profissionais da área. Assim, a construção do currículo constitui-se *em um processo de seleção no interior da cultura*. É importante compreender que esse processo implica inclusões e exclusões. As inclusões legitimam conhecimentos, valores, formas de pensamento e de conduta. A exclusão pode significar desqualificação e marginalização de certas produções culturais, reproduzindo e ampliando as desvantagens de determinados grupos culturais.

A literatura disponível evidencia a polêmica e os conflitos presentes na elaboração dos currículos, no âmbito teórico. Esses conflitos estão também presentes no momento da

implementação curricular no âmbito da escola. É real a perspectiva de homogeneização curricular decorrente do processo de globalização. No entanto, embora as escolas do mundo tendam a ficar cada vez mais semelhantes entre si, existem diferenças igualmente reais, determinadas pelas diferentes culturas nacionais e regionais, que resultam em diferenças curriculares significativas. Neste processo de diferenciação, emerge o professor como figura singular.

Segundo Santos (2003a), quando um professor planeja sua aula, definindo os objetivos a serem alcançados, seleciona um conteúdo, organiza atividades de ensino ou avalia o que foi ensinado, está na realidade *desenvolvendo* o currículo. A prática de sala de aula é, muitas vezes, diferente do **currículo formal**, do projeto pedagógico ou mesmo dos planos de trabalho dos professores. Esta diferença decorre da incorporação, na prática da sala de aula, dos valores pessoais e experiência profissional do professor.

Ao currículo desenvolvido em sala de aula, incluindo todos os tipos de experiência que os alunos vivenciam na escola, é dado o nome de **currículo real** ou *currículo em ação*. A expressão **currículo oculto** corresponde ao que o aluno aprendeu na escola sem ter sido objeto específico do ensino, abrangendo conteúdos, valores, atitudes e interesses aprendidos na escola que não foram intencionalmente trabalhados pelo professor.

Finalmente, entende-se como **currículo vazio** ou nulo, os temas não trabalhados pelo currículo da escola, as omissões ou ausências. É importante entender que o fato de determinados conteúdos serem omitidos no currículo evidencia os valores privilegiados pela escola.

3.3 Parâmetros e Diretrizes Curriculares

Os Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais (PCN e DCN) foram formulados em âmbito nacional, o que significa que deverão ser considerados por todos os estados da Federação. O ensino de qualidade referido nos PCN pretendeu propor uma prática de qualidade adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da realidade brasileira, levando em conta, também, os interesses e motivações dos alunos. Objetivou-se garantir aprendizagens essenciais à formação de cidadãos críticos, participativos, autônomos, aptos a atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem.

Segundo Amaral (2003b), a **seleção de conteúdos** proposta pelos PCN é muito peculiar. A abordagem tradicional sempre enfatizou o binômio transmissão-incorporação, no qual o professor é o responsável pela transmissão dos conteúdos que somente ele domina e do aluno espera-se a incorporação de tais conteúdos. A noção de conteúdo amplia-se, tomando como objeto de aprendizagem escolar conteúdos de diferentes naturezas: procedimentos, valores, normas e atitudes.

No que diz respeito à organização curricular, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) estabelecem normas para a organização de uma *base nacional comum* e dão sugestões para a parte diversificada do currículo escolar, esta a cargo de cada IES. O estabelecimento de uma base nacional comum pretende garantir a todos os alunos a igualdade de acesso a ela, legitimando a unidade e a qualidade da ação pedagógica na diversidade nacional.

O estabelecimento dos PCN e das DCN criou uma acirrada polêmica por parte de professores universitários, em especial os envolvidos com estudos do Currículo, produto das tensões, conflitos, negociações culturais, políticas e econômicas.

Amaral (2003b) apresenta uma síntese das reflexões ocorridas sobre o assunto, das quais podem ser destacadas as seguintes:

- uma orientação, em âmbito nacional, sobre os conteúdos mínimos que devem compor o currículo não deve ser entendida como um impedimento à diversificação e a consideração da multiplicidade cultural. A parte diversificada, prevista nas Diretrizes Curriculares, é o espaço aberto à criatividade, à problematização, à contextualização, e às peculiaridades regionais e locais do ensino;
- não se podem minimizar os fatores externos à escola - o contexto sócio-político-econômico-cultural em que se processa a educação;
- o exercício da cidadania supõe preparação para o trabalho e este é um dos grandes objetivos da educação. Assim sendo, a demanda social deve ser uma referência importante nos horizontes da educação;
- a responsabilidade por uma qualidade de ensino é multifatorial. Contudo, não se pode ignorar o papel que cabe ao currículo na construção de um ensino significativo e eficiente.

Esta síntese de aspectos relevantes relacionados com o currículo e com os Parâmetros e

Diretrizes Curriculares subsidiaram o desenvolvimento dos trabalhos apresentados no item 5 e discutidos no item 6.

3.4 Legislação e Normatização Referentes à Engenharia Ambiental

A Portaria nº 1.693, de 5 de dezembro de 1994, assinada pelo Ministro de Estado da Educação e do Desporto – MEC e publicada no Diário Oficial da União (D.O.U.) de 12 de dezembro de 1994, *cria a área de Engenharia Ambiental e define as matérias de Formação Básica e Formação Profissional Geral*. A Portaria consubstancia parecer da Comissão de Especialistas do Ensino de Engenharia da Secretaria da Educação Superior, SESU/MEC, e se constitui na primeira ação efetiva no sentido de dotar a sociedade brasileira de profissionais com formação técnica e gerencial ampla e sistêmica na área ambiental.

Vigorava até então a Resolução nº 48/76 – CFE, de 27 de abril de 1976, que fixava os mínimos de conteúdo e de duração dos cursos de graduação em Engenharia e definia suas áreas de habilitações. O § 1º do art. 6º dessa Resolução prevê a criação de novas modalidades de Engenharia e a ela se reportou a Portaria nº 1.693.

No art. 2º, a Portaria nº 1.693 inclui a matéria de Biologia, como Formação Básica na área de Engenharia Ambiental e, no art. 3º, define as matérias de Formação Profissional Geral:

- Geologia
- Climatologia
- Hidrologia
- Ecologia Geral e Aplicada
- Hidráulica
- Cartografia
- Recursos Naturais
- Poluição Ambiental
- Impactos Ambientais
- Sistemas de Tratamento de Água e de Resíduos
- Legislação e Direito Ambiental
- Saúde Ambiental
- Planejamento Ambiental
- Sistemas Hidráulicos e Sanitários

Em anexo à Portaria são apresentadas as ementas das referidas matérias. A Portaria propiciou um balizamento mínimo de conteúdos a serem desenvolvidos pelos cursos para que os objetivos pretendidos, de formação ampla e multidisciplinar na área ambiental, pudessem ser alcançados.

Por se tratar de uma nova modalidade da Engenharia, a Engenharia Ambiental carecia de melhor definição de suas atribuições profissionais, bem como de seu registro nos CREAs. Em 22.09.2000, o CONFEA, através da Resolução nº 447, *dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais*.

Em seu art. 1º, a Resolução nº 447 estabelece que *“os Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREAs devem proceder o competente registro dos profissionais oriundos dos cursos de Engenharia Ambiental, anotando em suas carteiras profissionais o respectivo título profissional, de acordo com o constante nos diplomas expedidos, desde que devidamente registrados”*.

O art. 2º estabelece as competências do Engenheiro Ambiental: *“Compete ao engenheiro ambiental o desempenho das atividades 1 a 14 e 18 do art. 1º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, referentes à administração, gestão e ordenamento ambientais e ao monitoramento e mitigação de impactos ambientais, seus serviços afins e correlatos”*.

O art. 1º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973 referida acima define: *“Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, ficam designadas as seguintes atividades:*

Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;

Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;

*Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica;
extensão;*

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico”.

Como pode ser observado, não competem ao Engenheiro Ambiental as atividades de *instalação, montagem, operação, reparo e manutenção* de equipamento ou instalação, previstas nas atividades 15 a 17.

O parágrafo único da Resolução nº 447 diz: *“As competências e as garantias atribuídas por esta Resolução aos engenheiros ambientais, são concedidas sem prejuízo dos direitos e prerrogativas conferidas aos engenheiros, aos arquitetos, aos engenheiros agrônomos, aos geólogos ou engenheiros geólogos, aos geógrafos e aos meteorologistas, relativamente às suas atribuições na área ambiental”.*

A importância desse parágrafo é a de preservar os direitos e prerrogativas na área ambiental dos demais profissionais vinculados ao sistema CONFEA/CREAs.

Outra importante decisão da Resolução nº 447 é posta em seu art. 3º: *“Nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, **pelas características de seu currículo escolar**, consideradas em cada caso, apenas, as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, **salvo outras que lhe sejam acrescentadas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade”.***

Desta forma, abre-se a perspectiva de Engenheiros Ambientais assumirem diferentes competências, em função do currículo cursado. Abre-se ainda a perspectiva de serem acrescentadas novas competências, mediante a apresentação de cursos de pós-graduação na mesma modalidade.

Finalmente, o art. 4º posiciona os engenheiros ambientais no grupo ou categoria da Engenharia, Modalidade Civil, prevista no art. 8º da Resolução 335, de 27.10.89.

Com a edição da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que *estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*, abre-se espaço para a alteração da estrutura dos cursos de Engenharia até então vigentes. Isto porque *os mínimos de conteúdo e de duração dos cursos de graduação em Engenharia e suas áreas de habilitações*, estabelecidos pela Resolução nº 48/76, descrita anteriormente, bem como a Portaria nº 1.693, que *cria a área de Engenharia Ambiental e define as matérias de Formação Básica e Formação Profissional Geral* deveriam ser revistas.

Essas alterações foram explicitadas no Parecer nº 1.362 do Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Superior (CNE-CES), de 12 de dezembro de 2001, homologado pelo Ministro da Educação em 22.02.2002 e publicado no D.O.U. de 25.02.2002, que *aprova as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação em Engenharia*.

O Parecer nº 1.362 orientou a elaboração da Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002, publicada no D.O.U. de 9 de abril de 2002, seção 1, p. 32, que *Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia*.

As Diretrizes, nos termos de seu Art. 2º, *definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior*.

O Art. 3º estabelece que *o Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade*.

A leitura da Resolução CNE/CES nº 11 evidencia que o espírito desse dispositivo normativo é dar às IES ampla liberdade na definição da estrutura curricular de seu curso, definindo apenas

grandes núcleos de conhecimento. De fato, em seu Art. 6º, ela estabelece que todo curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um *núcleo de conteúdos básicos*, um *núcleo de conteúdos profissionalizantes* e um *núcleo de conteúdos específicos* que caracterizem a modalidade.

No § 1º do mesmo artigo, a Resolução estabelece que “o *núcleo de conteúdos básicos*, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:

- | | |
|---|--|
| I Metodologia Científica e Tecnológica; | IX Eletricidade Aplicada; |
| II Comunicação e Expressão; | X Química; |
| III Informática; | XI Ciência e Tecnologia dos Materiais; |
| IV Expressão Gráfica; | XII Administração; |
| V Matemática; | XIII Economia; |
| VI Física; | XIV Ciências do Ambiente; |
| VII Fenômenos de Transporte; | XV Humanidades, Ciências |
| VIII Mecânica dos Sólidos; | Sociais e Cidadania”. |

No § 3º fica estabelecido que “o *núcleo de conteúdos profissionalizantes*, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, **a ser definido pela IES**”. Em seguida, são relacionados 53 tópicos, aplicáveis a todos os cursos de Engenharia.

Finalmente, o § 4º estabelece que “o *núcleo de conteúdos específicos* se constitui em *extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes*, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes”.

Pode ser observado pela leitura do conjunto de dispositivos legais descritos, que o Governo Federal busca flexibilizar a estrutura dos cursos de graduação em engenharia, permitindo às IES atender à sua “vocação” e a “especificidades regionais e locais”.

4 METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento, via internet, dos cursos de Engenharia Ambiental ofertados pelas IES do Brasil, para conhecimento de suas estruturas curriculares. Foram identificados 59 cursos já ofertados no Brasil. Buscou-se, em seguida, também via internet, conhecer a concepção e a estrutura de cursos de Engenharia Ambiental existentes em algumas instituições estrangeiras.

A partir do conhecimento do universo dos cursos brasileiros e suas principais características, foram selecionados 14 deles para estudos mais aprofundados. O critério para a seleção dos cursos levou em conta o estado onde os mesmos estão localizados, de sorte a abranger a maior diversidade cultural possível. A amostragem considerou ainda a quantidade de cursos existentes em cada estado. A amostra abrangeu cursos ofertados por IES públicas e privadas. Foi então realizado um estudo comparativo dessas matrizes.

Simultaneamente, foi solicitado a técnicos que trabalham com as questões ambientais em órgãos de governo, empresas do setor produtivo público e privado, e empresas de engenharia consultiva, que preenchessem um *formulário de pesquisa*, sugerindo cargas horárias para os tópicos relacionados nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, como *núcleo de conteúdos básicos e núcleo de conteúdos profissionalizantes*, bem como solicitada sugestão, não estimulada, de tópicos que definam um *núcleo de conteúdos específicos* que caracterizem a Engenharia Ambiental e suas respectivas cargas horárias. Apenas 7 formulários foram devolvidos, correspondendo a 23,3% dos 30 formulários enviados, e os seus dados analisados.

Além do envio dos formulários, foram mantidos contatos com técnicos de grande experiência profissional nesta área, para troca de opiniões sobre a Engenharia Ambiental.

Ao longo dos trabalhos foram entrevistados informalmente coordenadores de cursos, para conhecimento das principais vantagens e limitações observadas pelos mesmos, com relação aos seus respectivos cursos, e as dificuldades observadas para sua implementação. Foi ainda feita uma análise da seleção dos tópicos do *núcleo de conteúdos profissionalizantes* definidos na Resolução CNE/CES nº 11, que caracterizam a Engenharia Ambiental, feita pelos coordenadores de curso presentes no *IV e V Encontros de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*, já mencionados no item 1 - Apresentação.

Os dados e informações coletados, após avaliação, análise e tabulação, permitiram definir as áreas de conhecimento que permeiam as ações de *administração, gestão e ordenamento ambientais e ao monitoramento e mitigação de impactos ambientais, seus serviços afins e correlatos*, conforme definido na Resolução nº 477 do CONFEA.

As áreas do conhecimento que devem ser contempladas nos cursos de Engenharia Ambiental foram então definidas, organizadas e tabuladas.

A análise detalhada das matrizes curriculares dos cursos selecionados foi feita considerando essas áreas de conhecimento e consistiu em proceder ao enquadramento das disciplinas que compõem cada matriz curricular nos tópicos tabulados. Foi possível então identificar quais os tópicos são atualmente ofertados pelos cursos analisados e os desajustes das matrizes quanto aos dispositivos legais e normativos que regulam os cursos e o exercício profissional dos Engenheiros Ambientais.

Para a definição das áreas do conhecimento a serem contempladas nos cursos de Engenharia Ambiental, foi considerada a experiência estrangeira na estruturação e oferta de cursos de Engenharia Ambiental. Através da análise das principais características das matrizes curriculares dos cursos de universidades de reconhecida tradição acadêmica, foi possível compilar os principais tópicos contemplados nesses cursos e o perfil profissional pretendido para o engenheiro egresso.

Em seu conjunto, esses estudos permitiram propor uma estrutura mínima desejável para um curso de graduação em Engenharia Ambiental, contemplando as áreas do conhecimento necessárias ao exercício competente de suas atribuições. Permitiram ainda visualizar e traçar um quadro das interfaces da Engenharia Ambiental com outros cursos de graduação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Oferta e Caracterização dos Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental no Brasil

Para a consecução dos objetivos pretendidos, o primeiro levantamento realizado contemplou as IES brasileiras que atualmente ofertam cursos de graduação em Engenharia Ambiental. Procurou-se, simultaneamente, conhecer a carga horária, a duração, o número de vagas ofertadas e a data de início dos cursos. Os resultados desse levantamento são apresentados a seguir.

A Tabela 5.1 apresenta uma relação das 59 IES brasileiras que, até junho de 2004, estão ofertando cursos de graduação em Engenharia Ambiental.

Pode-se observar na Tabela 5.1 que as cargas horárias dos cursos ofertados variam de 3.260 horas/aula (UNIVAP SP) a 5.151 horas/aula (COC SP), com uma carga horária média de 3.993 horas/aula. A duração dos cursos oscila de 8 a 11 períodos. A Figura 5.1 permite visualizar a distribuição dos cursos ofertados no Brasil, por intervalos de carga horária.

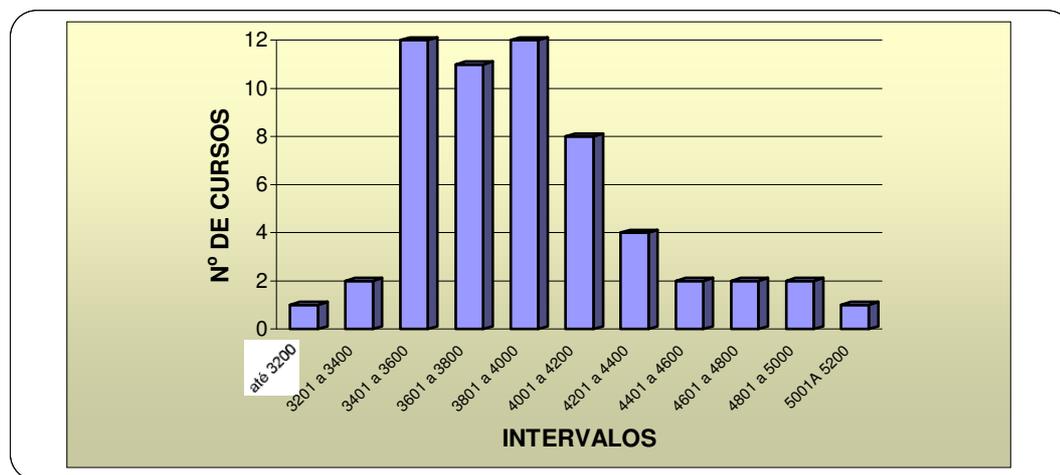


Figura 5.1 - Distribuição dos cursos de Engenharia Ambiental no Brasil, por intervalos de carga horária

Tabela 5.1 - Instituições de Ensino Brasileiras que Ofertam Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental (em junho de 2004)

Item	Instituição	Cidade	Carga horária (horas aula)	Duração (semestres)	nº de Vagas/sem/turno*	Início do curso
AMAZONAS						
1	Centro Universitário Luterano de Manaus – CEULM/ULBRA	Manaus	3.900	10	100 N	30.03.96
BAHIA						
2	Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana – FTC	Feira de Santana	3.240	10	100 N	10.03.03
3	Faculdade de Tecnologia e Ciências de Itabuna – FTC	Itabuna	3.500	10	80 M / 80 N	04.03.03
4	Faculdade de Tecnologia e Ciências de Salvador – FTC	Salvador	3.670	10	100 V	12.03.01
5	Faculdade Metropolitana de Camaçari – FAMEC	Camaçari	3.950	10	100 N	25.02.02
BRASÍLIA						
6	Universidade Católica de Brasília – UCB	Brasília	3.930	8	200 M	01.02.00
ESPÍRITO SANTO						
7	Universidade Espírito Santense – UNICAPE	Cariacica	4.320	9	100 M	29.07.02
8	Universidade Federal do Espírito Santo – UFES	Vitória	3.825	10	20 M	25.10.03
GOIÁS						
9	Faculdade de Caldas Novas – UNICALDAS	Caldas Novas	3.650	8	100 N	27.10.03
10	Universidade Católica de Goiás – UCG	Goiânia	4.470	9	50 V	22.01.99
MATO GROSSO DO SUL						
11	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS	Campo Grande	3.960	10	40 V	20.03.00
MINAS GERAIS						
12	Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI	Itajubá	4.335	10	30 D	26.02.98
13	Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP	Ouro Preto	4.015	10	30 D	11.09.00
14	Universidade Federal de Viçosa – UFV	Viçosa	3.690	10	40 D	01.02.00
15	Universidade FUMEC – FUMEC	Belo Horizonte	3.600	9	55 V	05.02.01
16	Universidade Vale do Rio Verde – UNINCOR	S. Gonçalo do Sapucaí	4.015	8	40 D	01.08.01

Tabela 5.1 (cont...) - Instituições de Ensino Brasileiras que Ofertam Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental (em junho de 2004)

Item	Instituição	Cidade	Carga horária (horas aula)	Duração (semestres)	nº de Vagas/sem/turno*	Início do curso
PARÁ						
17	Universidade do Estado do Pará – UEPA	Barcarena	3.810	10	40 M	02.01.00
18	Universidade do Estado do Pará – UEPA	Belém	3.810	10	40 V	20.09.01
19	Universidade do Estado do Pará – UEPA	Marabá	3.810	10	30 V	20.09.01
PARANÁ						
20	Faculdade Dinâmica das Cataratas – UDC	Foz do Iguaçu	3.906	10	60 N	21.07.03
21	Faculdade União das Américas – UNIAMÉRICA	Foz Do Iguaçu	4.140	8	50 M / 50 N	11.03.02
22	Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC PR	Curitiba	3.692	8	30 M / 30 N	12.02.01
23	Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO	Iratí	3.441	8	40 D	17.02.03
24	Universidade Federal do Paraná – UFPR	Curitiba	3.310	10	45 M	21.02.00
PERNAMBUCO						
25	Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP	Recife	3.720	11	50 N	08.02.01
RIO DE JANEIRO						
26	Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA	Volta Redonda	3.990	10	60 N	19.02.01
27	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC RJ	Rio de Janeiro	3.600	9	-	01.03.02
RIO GRANDE DO SUL						
28	Centro Universitário Franciscano - UNIFRA	Santa Maria	3.735	10	40 D	01.03.00
29	Universidade de Caxias do Sul - UCS	Caxias do Sul	3.900	10	50 M / 50 V	28.02.00
30	Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC	Santa Cruz do Sul	3.900	10	50 M / 50 V	31.08.99
31	Universidade Luterana do Brasil – ULBRA	Canoas	3.720	10	70 N	01.03.94
SANTA CATARINA						
32	Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE	Joinville	3.600	10	45 D	03.03.98

Tabela 5.1 (cont...) - Instituições de Ensino Brasileiras que Ofertam Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental (em junho de 2004)

Item	Instituição	Cidade	Carga horária (horas aula)	Duração (semestres)	nº de Vagas/ sem/turno*	Início do curso
SANTA CATARINA (cont...)						
33	Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC	Santa Cruz do Sul	3.555	10	110 D	05.08.02
34	Universidade do Contestado – UNC	Caçador	3.465	9	45 N	23.07.01
35	Universidade do Contestado – UNC	Concórdia	3.465	9	50 N	30.07.03
36	Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC	Criciúma	3.690	10	50 M	22.02.99
37	Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL	Palhoça	3.420	10	50 N	02.03.98
38	Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI	Itajaí	3.765	9	40 D	27.07.98
SÃO PAULO						
39	Centro Regional Universitário Espírito Santo do Pinhal -CREUPI	Espírito Santo do Pinhal	3.708	10	80 N	07.02.00
40	Centro Universitário de Lins – UNILINS	Lins	3.600	8	80 D	03.02.03
41	Centro Universitário Salesiano de São Paulo – UNISAL	Americana	3.880	10	60 M	02.02.04
42	Centro Universitário Fundação Santo André - CUFSA	Santo André	3.798	10	70 M / 70 N	17.02.03
43	Escola de Engenharia de Piracicaba - EEP	Piracicaba	4.740	10	30 M / 30 V	24.02.97
44	Faculdades Adamantinenses Integradas - FAI	Adamantina	4.620	10	50 M / 50 N	17.02.03
45	Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE	Fernandópolis	3.504	10	50 N	02.02.04
46	Fac. Municipal Prof. Franco Montoro de Moji-Guaçú – FMPFM	Moji-Guaçú	4.924	10	50 M	01.01.00
47	Faculdades Oswaldo Cruz – FOC	São Paulo	4.360	10	60 M / 120 N	18.02.02
48	Instituto de Ensino Superior COC - COC	Ribeirão Preto	5.151	10	100 D	13.02.01
49	Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUC	Campinas	3.585	10	60 M / 60 N	21.02.00
50	Universidade Braz Cubas – UBC	Moji das Cruzes	4.160	10	140 N	05.02.96
51	Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE	Presidente Prudente	4.093	10	100 D	03.02.03

Tabela 5.1 (cont...) - Instituições de Ensino Brasileiras que Ofertam Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental (em junho de 2004)

Item	Instituição	Cidade	Carga horária (horas aula)	Duração (semestres)	nº de Vagas/sem/turno*	Início do curso
SÃO PAULO (cont...)						
52	Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP	Jacareí	3.260	10	60 M	04.02.02
53	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP	Presidente Prudente	3.855	10	30 D	25.02.02
54	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP	Rio Claro	4.110	10	30 D	24.02.03
55	Universidade São Marcos – USM	São Paulo	4.480	10	60 M / 60 N	07.02.96
56	Universidade de São Paulo – USP	São Carlos	4.170	10	40 D	25.06.02
57	Universidade de Taubaté – UNITAU **	Taubaté	4.828	10	90 N	03.03.99
SERGIPE						
58	Universidade Tiradentes – UNIT	Aracaju	4.248	9	50 N	08.02.01
TOCANTINS						
59	Fundação Universidade Federal do Tocantins - UFT	Palmas	4.200	10	40 D	09.03.92

- Obs: 1. As IES sombreadas foram selecionadas para estudo detalhado das matrizes curriculares. Foram observadas divergências entre as cargas horárias cadastradas no MEC e as cargas horárias reais. No QUADRO, estão apontadas as cargas horárias reais, para as IES analisadas.
2. Não foram considerados os cursos de *Engenharia Sanitária e Ambiental* existentes, como o da UFSC. Estes cursos não constam da listagem de cursos de Engenharia Ambiental do MEC.

* M – matutino; V – vespertino; N – noturno; D – tempo integral

** Engenharia Ambiental e Sanitária

Da Tabela 5.1 foram obtidas a Tabela 5.2, onde são apresentados os cursos ofertados por estado e por região, e a Figura 5.2, onde a distribuição dos cursos por região pode ser melhor visualizada.

Tabela 5.2 - Quantidade de Cursos de Engenharia Ambiental por Estado e por Região

Região	Estado	nº de Cursos	Sub Total	%
Norte	Amazonas	1	5	8,47
	Pará	3		
	Tocantins	1		
Nordeste	Bahia	4	6	10,17
	Pernambuco	1		
	Sergipe	1		
Centro oeste	Brasília	1	4	6,78
	Goiás	2		
	Mato Grosso do Sul	1		
Sudeste	Espírito Santo	2	28	47,46
	Minas Gerais	5		
	Rio de Janeiro	2		
	São Paulo	19		
Sul	Paraná	5	16	27,12
	Santa Catarina	7		
	Rio Grande do Sul	4		
BRASIL			59	100,00

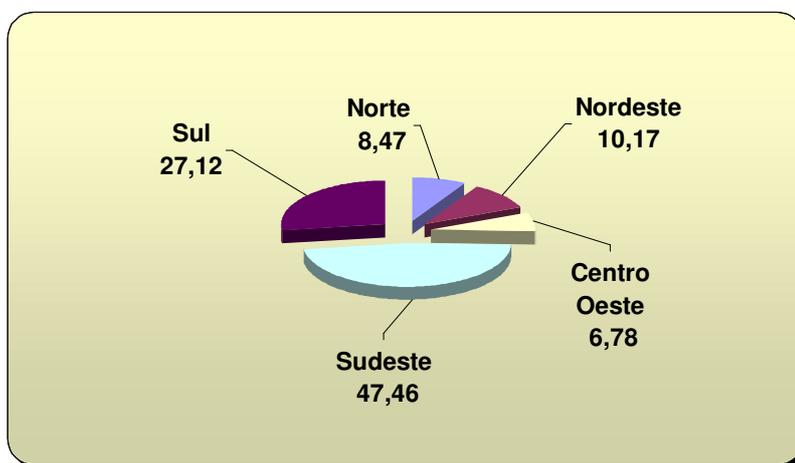


Figura 5.2 - Distribuição geográfica dos cursos de Engenharia Ambiental no Brasil (em %)

A Tabela 5.2 e a Figura 5.2 permitem concluir que a maior concentração de cursos ocorre na região sudeste, seguida pela região sul. Isto era de se esperar, considerando que, nessas regiões, devido à elevada densidade da população, os problemas relacionados com o meio ambiente são mais graves, e nelas há maior concentração de escolas e estudantes universitários.

É importante ressaltar que a demanda por profissionais habilitados a lidar com a gestão do meio ambiente certamente é maior nas regiões sudeste e sul, onde as questões ambientais são mais relevantes e diversificadas. Desta forma, o número maior de profissionais egressos das escolas está também associado a maiores oportunidades de atuação.

Da Tabela 5.1 foi obtida a Figura 5.3, que apresenta a distribuição percentual de vagas ofertadas por região. Os números entre parênteses indicam o número de estados onde o curso é ofertado em cada região. Existem atualmente 4.165 vagas nos cursos de Engenharia Ambiental, sendo 1.215 no turno da manhã, 476 no turno da tarde, 1.685 no turno da noite e 790 vagas em cursos de tempo integral.

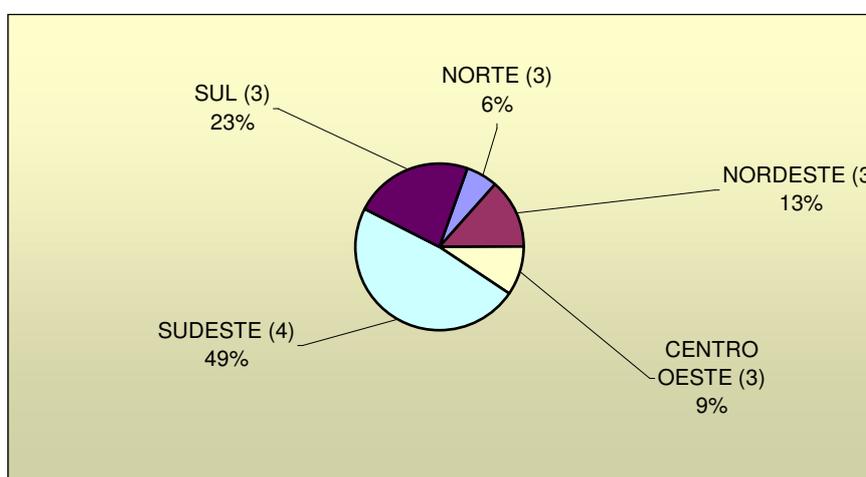


Figura 5.3 - Distribuição das vagas ofertadas, por região (em %)

Conforme já mencionado, o primeiro curso de Engenharia Ambiental no Brasil foi ofertado pela Fundação Universidade Federal do Tocantins – UFT, então denominada UNITINS, em 1992. Deve-se observar que apenas quase três anos depois, em 5 de dezembro de 1994, foi editada a Portaria nº 1.693, criando a área de Engenharia Ambiental e definindo as matérias de formação básica e formação profissional geral.

Também não haviam sido publicadas a Resolução CNE/CES nº 11, que institui as *diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia*, e a Resolução nº 447, do CONFEA, dispondo sobre o *registro profissional do engenheiro ambiental e discriminando suas atividades profissionais*.

O coordenador do referido curso relatou, no II Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, que foram grandes as dificuldades encontradas pelas primeiras turmas de alunos egressos do

curso de Engenharia Ambiental da UFT para obter seus registros profissionais. Não havia ainda diretrizes específicas para o curso, cuja matriz foi definida em função da demanda social observada pelos seus idealizadores. A decisão tomada pela direção da UFT foi, sem dúvida, pioneira e corajosa.

O segundo curso foi ofertado em 1994 pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, em Canoas/RS e, em 1996, iniciaram-se os cursos da Universidade Brás Cubas – UBC, em Moji das Cruzes e da Universidade São Marcos – USM, ambas em São Paulo, e do Centro Universitário Luterano de Manaus – CEULM/ULBRA, em Manaus/AM. Completando o grupo das IES pioneiras, foi ofertado o curso de Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de Piracicaba – EEP, a partir de 1997.

Essas escolas formaram suas primeiras turmas antes da edição da Resolução nº 447, do CONFEA, ficando seus alunos, até 2002, impossibilitados de obter seus registros profissionais junto aos respectivos CREAs. Os egressos desses cursos de Engenharia Ambiental, ainda assim, já iniciaram seu processo de inserção no mercado de trabalho. Infelizmente, não houve meios de obter informações sobre as dificuldades de posicionamento profissional encontradas por esses engenheiros e a aceitação dos mesmos por parte das empresas públicas, privadas e órgãos de governo. É pertinente salientar que, atualmente, os alunos formandos não encontram dificuldade em obter o registro profissional nos CREAs.

A Figura 5.4, ainda obtida da Tabela 5.1, mostra a evolução do número de cursos de Engenharia Ambiental implantados anualmente no Brasil a partir de 1.992.

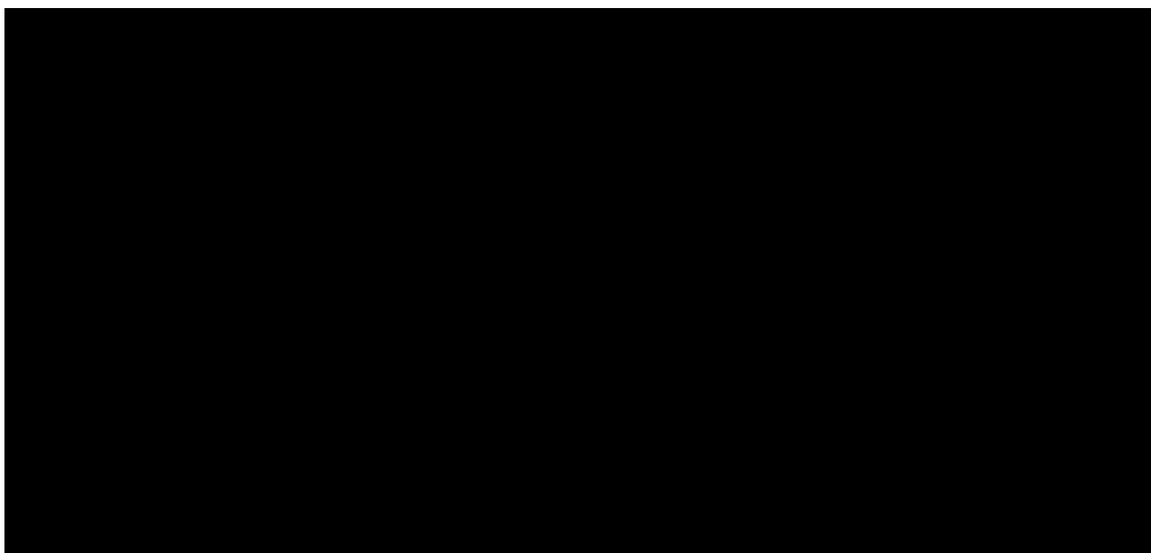


Figura 5.4 – Evolução do número de cursos de Engenharia Ambiental implantados por ano no Brasil

5.2 Pesquisa da Demanda Social pelos Cursos de Engenharia Ambiental

O formulário de pesquisa encaminhado a técnicos que trabalham com as questões ambientais em órgãos de governo, empresas do setor produtivo público e privado, e empresas de engenharia consultiva, apresentou os tópicos relacionados nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, como *núcleo de conteúdos básicos* e *núcleo de conteúdos profissionalizantes*, solicitando que fossem sugeridas cargas horárias para cada um dos tópicos, considerando que as cargas horárias mínimas desses núcleos correspondem a 30% e 15% da carga horária total, respectivamente, como estabelecido nas referidas diretrizes. Foi solicitada também a apresentação das disciplinas a serem contempladas no tópico *humanidades, ciências sociais e cidadania*.

Foi ainda solicitada a apresentação de sugestões de tópicos que definissem um *núcleo de conteúdos específicos* característicos da Engenharia Ambiental (correspondendo aos 55% restantes da carga horária total), bem como os laboratórios considerados indispensáveis para a formação adequada dos engenheiros ambientais, além dos explicitamente exigidos nas diretrizes curriculares (física, química e informática).

O formulário de pesquisa distribuído aos especialistas foi formatado considerando que:

- a carga horária mínima dos cursos de Engenharia é de 3.000 horas;
- esta carga horária corresponde a 3.600 horas/aula de 50 minutos;
- o semestre letivo corresponde a 100 dias letivos, ou 16 semanas letivas.

Adotando-se esses critérios, tem-se que:

- 1 crédito corresponde a 1 hora/aula por semana;
- 1 crédito corresponde a 16 horas/aula por semestre;
- o número total mínimo de créditos é de 225.

Dos 30 formulários enviados, apenas 7 foram devolvidos, apesar das reiteradas cobranças por via eletrônica, telefone e até pessoalmente. Vários dos técnicos contatados informaram

explicitamente que teriam muita dificuldade em preencher o formulário, por não conhecerem com clareza as questões relacionadas com o assunto *matrizes curriculares*. Três dos 7 profissionais que preencheram o formulário explicitaram a mesma dificuldade.

Complementarmente e para suprir em parte o pequeno retorno conseguido, foram mantidos contatos com técnicos de grande experiência profissional nesta área, inclusive os que receberam o formulário e não o preencheram, para troca de opiniões sobre a Engenharia Ambiental.

Os dados apresentados nos formulários devolvidos foram tabulados e são apresentados no Anexo I. A análise desses dados e as entrevistas realizadas permitem as considerações explicitadas a seguir:

Com relação ao *núcleo de conteúdos básicos*, os tópicos que o compõem são obrigatórios e, assim sendo, as médias obtidas nos diversos itens foram considerados na análise das matrizes curriculares das IES selecionadas (item 5.4).

No *núcleo de conteúdos profissionalizantes*, pode ser observada uma grande dispersão tanto nos tópicos selecionados como nas cargas horárias propostas para cada tópico. Adotou-se como critério de seleção dos tópicos, aqueles citados pela maioria dos especialistas, ou seja, 4 dos 7 especialistas, resultando nos 12 seguintes tópicos considerados relevantes para a caracterização dos cursos de Engenharia Ambiental:

- III Ciência dos Materiais
- XIII Ergonomia e Segurança do Trabalho
- XV Físico-química
- XVI Geoprocessamento
- XVII Geotecnia
- XIX Gestão Ambiental
- XX Gestão Econômica
- XXI Gestão de Tecnologia
- XXII Hidráulica, Hidrol. Aplicada, Saneamento Básico

XXXI Microbiologia

XXXVIII Processos de Fabricação

LII Topografia e Geodésia

Finalmente, conforme estabelece o § 4º da Resolução CNE/CES nº 11, o *núcleo de conteúdos específicos* compreende as disciplinas *que se constituem em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades.*

Estes conteúdos, segundo os especialistas, podem ser agrupados em disciplinas de *tecnologia ambiental* e de *gestão ambiental*. Os tópicos relacionados com *tecnologia* podem ser agrupados em *processos produtivos, infra-estrutura, poluição e controle da poluição*. A *gestão ambiental* compreende os tópicos de *planejamento, licenciamento/fiscalização e gestão ambientais*.

Com base nessa divisão de tópicos foi feita a análise das matrizes curriculares de 14 cursos de Engenharia Ambiental selecionados, apresentada no item 5.4. A divisão de tópicos sugerida subsidiou ainda a definição dos tópicos e disciplinas constantes do sub-item *núcleo de conteúdos específicos* da TABELA 5.2.

5.3 Proposições dos Coordenadores de Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental

Tendo em vista a flexibilidade dada na Resolução CNE/CES nº 11 às IES para a estruturação de seus cursos, no *IV Encontro de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*, já mencionado no item 1, os coordenadores presentes buscaram definir, dentre os 53 tópicos que compõem o *núcleo de formação profissional geral*, aqueles que fossem característicos da Engenharia Ambiental. Os tópicos selecionados foram os seguintes:

XIII Ergonomia e Segurança do Trabalho;

XVI Geoprocessamento;

XVII Geotecnia;

XIX Gestão Ambiental;

XXII Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;

- XXIX Mecânica Aplicada;
- XXX Métodos Numéricos;
- XXXI Microbiologia;
- XXXIII Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;
- XXXIV Operações Unitárias;
- XXXIX Processos Químicos e Bioquímicos;
- XLIII Reatores Químicos e Bioquímicos;
- LII Topografia e Geodésia.

Participaram do encontro os coordenadores de 21 cursos, das seguintes IES: *UNISUL, PUC PR, UNIT, UCB, FUMEC, UNICAP, UNIFRA, UNESC, ULBRA AM, ULBRA RS, CREUPI, UFES, CEULM, UCS, UNICENTRO, FMPFM, UNC, UNIVALI, EEP, PUC CAMPINAS e UNIAMÉRICA.*

No *V Encontro de Coordenadores de Cursos de Engenharia Ambiental*, realizado na FUMEC nos dias 13 e 14 de maio de 2004, foram novamente discutidos os tópicos que, dentre os 53 que compõem o *núcleo de formação profissional geral*, seriam os mais relevantes a se sugerir às IES como característicos da Engenharia Ambiental.

Participaram desse encontro os coordenadores de curso das 10 seguintes IES: *UNIT, UCB, UNISUL, PUC PR, FUMEC, UNIVILLE, COC, FTC SALVADOR e UFOP.* Observa-se que apenas 5 IES (em itálico) participaram dos dois encontros. Nessa oportunidade, os itens selecionados foram os seguintes:

- XVI Geoprocessamento;
- XVII Geotecnia;
- XIX Gestão Ambiental;
- XXII Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;
- XXXI Microbiologia;
- XXXIII Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;
- XXXIV Operações Unitárias;
- LII Topografia e Geodésia.

A comparação das duas listagens permite concluir que, até mesmo entre os coordenadores, não há total concordância quanto aos itens característicos da Engenharia Ambiental. Dos 13 itens selecionados no IV Encontro, apenas 8 deles foram mantidos. Os demais não foram considerados importantes para caracterizar um curso de Engenharia Ambiental.

5.4 Análise das Matrizes Curriculares de Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental Selecionados

A seleção de cursos para compor a amostragem foi feita segundo os seguintes critérios:

- os estados onde os cursos estão localizados, de sorte a abranger a maior diversidade cultural possível;
- a quantidade de cursos existentes em cada estado e o número de vagas ofertadas em cada região;
- a amostra abrangeu cursos ofertados por IES públicas e privadas. Dentre as públicas, procurou-se selecionar as universidades de maior tradição na área da engenharia, onde se supôs que discussões consistentes precederam a implantação de seus respectivos cursos. Pela mesma razão, dentre as particulares, as universidades católicas foram focadas com maior atenção;
- quanto às demais IES particulares, além de sua localização, foi considerada a adequação de suas matrizes curriculares, quando confrontadas com a legislação que regula a estrutura dos cursos de engenharia, através de uma análise prévia de todas as matrizes curriculares a que foi possível ter acesso. Este procedimento foi adotado por se saber, *a priori*, que alguns cursos apresentam matrizes curriculares bastante falhas no tocante ao atendimento das exigências das DCN.

Com base nesses critérios, do universo de 59 cursos de Engenharia Ambiental ofertados no Brasil, foram selecionados 14 deles para uma análise mais aprofundada de suas matrizes curriculares. Na Tabela 5.1 estão marcadas as IES que ofertam os cursos selecionados: UCB - Brasília DF, UFMS - Campo Grande MS, UNIFEI - Itajubá MG, UFOP - Ouro Preto MG, UFV - Viçosa MG, FUMEC - Belo Horizonte MG, UNIFOA - Volta Redonda RJ, EEP - Piracicaba SP, PUC - Campinas SP, USP - São Carlos SP, PUC PR - Curitiba PR, UFPR - Curitiba PR, UNIVILLE - Joinville SC e UNISUL - Palhoça SC.

Foram selecionados 2 cursos da região centro-oeste, 8 da região sudeste e 4 da região sul. O número de cursos corresponde aproximadamente ao percentual de vagas ofertadas em cada região, que são de 11%, 60% e 29%, respectivamente, não computadas as vagas ofertadas nas regiões norte e nordeste. A determinação desses percentuais, diferentes dos apresentados na Figura 5.3, foi considerada pertinente, por não ter sido possível obter as matrizes curriculares e outras informações dos cursos ofertados naquelas duas regiões, nem através dos respectivos *sites*, nem por solicitação através de contato telefônico com alguns coordenadores de curso dessas regiões.

Das IES selecionadas, 5 são universidades federais, 3 são universidades católicas, 1 é universidade estadual e 5 são instituições particulares. Ressalte-se que as universidades federais e a estadual selecionadas são representativas pela sua tradição no ensino da engenharia, atendendo ao critério descrito anteriormente, particularmente a USP São Carlos, de longa tradição no ensino da engenharia sanitária.

A participação efetiva de alguns coordenadores de curso nos eventos técnicos e científicos relacionados com a Engenharia Ambiental nos últimos anos norteou sua seleção entre as IES católicas e particulares. Ainda que de certa forma subjetivo, este critério foi considerado pertinente, pois tais coordenadores mostraram nesses eventos um conhecimento bastante consistente nos assuntos relacionados com o ensino da Engenharia Ambiental, que certamente estão refletidos nas matrizes curriculares e projetos pedagógicos de seus cursos.

Definida a amostragem, as matrizes curriculares foram obtidas nos respectivos *sites* dessas IES. Foi feita então uma formatação padronizada das matrizes, para facilitar os trabalhos de enquadramento das mesmas. As matrizes formatadas e agrupadas são apresentadas no Anexo II. Foram ainda obtidas, quando disponíveis, informações sobre as características dos cursos, perfil do aluno egresso, áreas de atuação e outras informações consideradas relevantes.

A partir dos tópicos definidos nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN) como *núcleo de conteúdos básicos e núcleo de conteúdos profissionalizantes*, e dos tópicos propostos para o *núcleo de conteúdos específicos* pelos especialistas e técnicos consultados, foi elaborado um quadro-padrão e distribuídas as disciplinas da matriz curricular de cada curso, resultando nos quadros apresentados no Anexo III.

Foi então estruturada a Tabela 5.4, que se constitui na síntese das 14 matrizes analisadas. Nas últimas colunas do *núcleo de conteúdos básicos* e do *núcleo de conteúdos profissionalizantes* foram inseridas as médias das cargas horárias propostas pelo grupo de especialistas para cada tópico, independentemente do número de especialistas que as sugeriram.

Foi grande a dificuldade de distribuir as disciplinas que compõem as matrizes curriculares dos cursos existentes nos tópicos previstos nas DCN. Há um evidente sobreposição entre alguns dos tópicos estabelecidos em cada núcleo. Com certeza, alguns coordenadores de curso questionarão o posicionamento de algumas disciplinas de seus cursos. Tentou-se aqui a distribuição que pareceu mais racional. Ainda assim, tendo em vista o caráter até certo ponto subjetivo na distribuição das disciplinas dos cursos analisados, optou-se por apresentar os critérios adotados para a realização dos trabalhos de transposição das disciplinas para seus respectivos tópicos, apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Critérios Adotados na Transposição das Disciplinas das Matrizes Curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental

Núcleo			Comentários
Conteúdos básicos	Conteúdos profissionalizantes	Conteúdos específicos	
Ciência e Tecnologia dos Materiais	III - Ciência dos Materiais		Este tópico foi considerado <i>conteúdo básico</i>
Química	XLI - Química Analítica XLII - Química Orgânica		Apenas Química Geral foi considerada como <i>conteúdo básico</i>
Ciências do Ambiente	XIX - Gestão Ambiental	Gestão Ambiental	Foram consideradas como <i>conteúdo básico</i> todas as disciplinas necessárias à compreensão das questões ambientais. Todas as demais foram consideradas no núcleo de <i>conteúdos específicos</i> .
	XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios XXXVIII - Processos de Fabricação	Tecnologia Ambiental - Processos Produtivos	Tendo em vista a abordagem específica a ser dada aos dois tópicos, eles foram considerados no núcleo de <i>conteúdos específicos</i> .
	XXXIX - Processos Químicos e Bioquímicos XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos	Tecnologia Ambiental - Controle da Poluição	
	LIII – Transporte e Logística	Tecnologia Ambiental - Infraestrutura	

Tabela 5.4 - Matrizes Curriculares Consolidadas de Cursos de Graduação em Engenharia Ambiental Implantados

• **NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS**

TÓPICO	ITEM															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	M	E
Metodologia Científica e Tecnológica	90	34				32	30	30	30		108		64		52	64
Informática	120	68	120	60	60	64	150	90	90	90	36	48			83	96
Matemática	330	544	480	450	360	400	420	450	405	360	414	752	448	360	441	144
Fenômenos de Transporte	90	136	120	60	60	64	120	120	60	240		256	96	60	114	64
Eletricidade Aplicada		68	105			48		75					32	30	60	48
Ciência e Tecnologia dos Materiais		102				128		30	120	60			112	60	87	64
Economia		68	90	60	60						180	64	32		79	64
Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	180		60		120	32	30	90	180	60	216		128	240	122	112
Comunicação e Expressão	60	68				32	30	60	30						47	48
Expressão Gráfica		68	60	60	90	128	120	75	120	60	56		64	60	80	48
Física		340	210	60	210	208	320	210	180	120	216	288	208	210	214	112
Mecânica dos Sólidos	180	102	120	60		32		90				192	64	60	100	64
Química		272	150	135	75	128	220	120	75	150	90	160	144	60	137	112
Administração		34	60	60	60	96	30	30				64	32		52	64
Ciências do Ambiente (disciplinas básicas)	450	289	345	525	270	304	430	600	420	360	288	224	384	210	364	176
TOTAL	1.500	2.193	1.920	1.530	1.365	1.696	1.900	2.070	1.710	1.500	1.604	2.048	1.808	1.350	2.031	1.280

- 1 - UCB - Brasília DF
- 2 - UFMS - Campo Grande MS
- 3 - UNIFEI - Itajubá MG
- 4 - UFOP - Ouro Preto MG
- 5 - UFV - Viçosa MG
- 6 - FUMEC - Belo Horizonte MG
- 7 - UNIFOA - Volta Redonda RJ

- 8 - EEP - Piracicaba SP
- 9 - PUC - Campinas SP
- 10- USP - São Carlos SP
- 11 - PUC PR - Curitiba PR
- 12 - UFPR - Curitiba PR
- 13 - UNIVILLE - Joinville SC
- 14 - UNISUL - Palhoça SC

• **NÚCLEO DE CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES**

TÓPICO		ITEM															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	M*	E*
I	Algoritmos e Estruturas de Dados																32
II	Bioquímica	30				90		70	60	75	60			160	30	72	40
III	Ciência dos Materiais																40
IV	Circuitos Elétricos																
V	Circuitos Lógicos																
VI	Compiladores																
VII	Construção Civil																
VIII	Controle de Sistemas Dinâmicos																
IX	Conversão de Energia																32
X	Eletromagnetismo				60											60	
XI	Eletrônica Analógica e Digital																
XII	Engenharia do Produto																40
XIII	Ergonomia e Segurança do Trabalho																40
XIV	Estratégia e Organização																32
XV	Físico-química	90			90								48	30	65	40	
XVI	Geoprocessamento	60	102	150	75	60	48	70	90	60	45		80	64	60	74	56
XVII	Geotecnia	60	102	150	210		112	130	210	60		72	128	64		118	48
XVIII	Gerência de Produção																32
XIX	Gestão Ambiental																64
XX	Gestão Econômica																32
XXI	Gestão de Tecnologia																40
XXII	Hidráulica, Hidr Aplicada, San Básico	240	442	330	315	120	192	170	285	180	450	468	256	320	120	278	72
XXIII	Instrumentação							40							60	50	
XXIV	Máquinas de fluxo																
XXV	Matemática discreta																32
XXVI	Materiais de Construção Civil																
XXVII	Materiais de Construção Mecânica																
XXVIII	Materiais Elétricos																

núcleo de conteúdos profissionalizantes (cont...)

TÓPICO		ITEM															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	M*	E*
XXIX	Mecânica Aplicada				60											60	
XXX	Métodos Numéricos																32
XXXI	Microbiologia		68	90		60		60	90	75	90			96	30	73	40
XXXII	Mineralogia e Tratamento de Minérios																48
XXXIII	Modelagem, Análise, Simul Sistemas	60			75			60	60		180		64		60	80	64
XXXIV	Operações Unitárias								90	120						105	32
XXXV	Organização de computadores																
XXXVI	Paradigmas de Programação																
XXXVII	Pesquisa Operacional																40
XXXVII	Processos de Fabricação																40
XXXIX	Processos Químicos e Bioquímicos																48
XL	Qualidade																48
XLI	Química Analítica	150				75		70		75			46		30	74	40
XLII	Química Orgânica				60	45		70			60			96	60	65	32
XLIII	Reatores Químicos e Bioquímicos																48
XLIV	Sist. Estruturais e Teoria das Estruturas							192			45					119	
XLV	Sistemas de Informação																48
XLVI	Sistemas Mecânicos																
XLVII	Sistemas Operacionais																
XLVIII	Sistemas Térmicos																16
XLIX	Tecnologia Mecânica																
L	Telecomunicações																
LI	Termodinâmica Aplicada																32
LII	Topografia e Geodésia				60	60	48	60	195	105		144		160	60	99	40
LIII	Transporte e Logística						80									80	40
	TOTAL	690	714	720	1.005	510	672	800	1.080	795	885	684	574	1.008	540	1.472	1.360

* média apenas dos valores ofertados nos cursos

Os tópicos marcados correspondem àqueles ofertados por pelo menos a metade dos cursos analisados.

• **NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS**

TÓPICO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	M*
TECNOLOGIA AMBIENTAL															743
PROCESSOS PRODUTIVOS				540		64	70						64	60	214
Atividades Minerárias				150		64									91
Atividades de Transformação				390			70							64	60
Atividades Agrícolas e Silvicultura															
Atividades Pecuárias															
INFRA-ESTRUTURA	150		90	75	45	64	90	45		225	90			180	150
Sistemas Energéticos	90		90	75			30			150	90			30	79
Sistemas Hidráulicos Urbanos	60				45	64	60	45		75				150	71
Rodovias e Ferrovias															
Transporte Urbano															
Portos															
Aeroportos															
POLUIÇÃO	90	102	135	90	195	96	260	120		180				60	144
Poluição do Ar, Visual e Sonora		34	75		60	32	120	30							49
Poluição das Águas	90	68	60	90	135	32	80	60		180				60	58
Poluição do Solo						32	60	30							37
CONTROLE DA POLUIÇÃO	150	238	60	255	105	160	40	255		255	162	48	464	360	235
Controle da Poluição do Ar, Visual e Sonora				60		32		60		45	54		64	60	56
Controle da Poluição das Águas	150	238		165	60	64	40	120		180	108	48	304	180	115
Controle da Poluição do Solo			60	30	45	64		75						96	120

* média apenas dos valores ofertados nos cursos

• **NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS (cont...)**

TÓPICO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	M*
▪ GESTÃO AMBIENTAL															1.375
PLANEJAMENTO	120	136	90	90	120	128	100	180	60	60	198		32	120	266
Planejamento Urbano						64			60						31
Planejamento Rural			90												51
Planejamento Ambiental	60	68				64	40	45		60	198		32	60	66
Recuperação e Reabilitação Ambiental	60	68		45	60		60	135						60	65
Epidemiologia Ambiental				45	60										53
LICENCIAMENTO/FISCALIZAÇÃO	300	102	180	90	75	176	160	225	60	405	270	64	64	120	217
Avaliação de Impactos Ambientais	180	68	120	60	45	112	80	135		300	216	64	32	60	113
Legislação e Normalização Ambiental	60	34	60	30	30	64	40	90	60	45	54		32	60	51
Certificação e Auditoria Ambiental	60						40			60					53
GESTÃO	830	364	840	340	615	512	570	705	720	570	684	256	160	630	892
Sistemas de Gestão Ambiental	150	136	60	60	45	96	40	120	120	195	270		32	120	111
Sistema de Gestão das Águas					45		40	90	60						59
Indicadores de Desempenho Ambiental					60		60	30							50
Gestão de Resíduos Sólidos Industriais									60						45
Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos		102				64				45	72				41
Economia Ambiental	60					64	90	30	60	30				60	56
Educação Ambiental	60					32	30								41
Ética Ambiental	60														60
Saúde Ambiental	60	68	180			64	60	45	30		90		128	150	88
Projeto Integrado	540	24	300	120	285	64	150	210	210	120	90	192		120	187
Estágio Supervisionado		34	300	160	180	128	100	180	180	180	162	64		180	154
TOTAL	1.740	942	1.395	1.480	1.155	1.200	1.290	1.530	840	1.665	1.404	368	784	1.530	2.118

* média apenas dos valores ofertados nos cursos

A análise das informações levantadas, consolidadas na Tabela 5.4, permite concluir que não há convergência de opiniões entre os especialistas consultados e entrevistados. Esta é uma constatação de certa forma previsível, pois reflete o cotidiano de cada profissional e as demandas ambientais em seu ambiente de trabalho.

A Tabela 5.4 permite ainda constatar que, efetivamente, os cursos de graduação atualmente ofertados possuem matrizes curriculares essencialmente diferentes, muitas delas não atendendo aos requisitos mínimos exigidos pelas DCN.

Assim sendo, foi feito um estudo estatístico expedito dos dados tabulados na Tabela 5.4, apresentado nas tabelas 5.5 a 5.7. Os parâmetros estatísticos selecionados foram considerados os mais adequados para alcançar os objetivos deste trabalho, que pretende propor as cargas horárias dos tópicos obrigatórios que compõem o *núcleo de conteúdos básicos*, dos selecionados como representativos no *núcleo de conteúdos profissionalizantes* e sugerir tópicos e cargas horárias no *núcleo de conteúdos específicos* dos cursos de Engenharia Ambiental. A *freqüência* é um parâmetro particularmente interessante, por mostrar quantitativamente que as IES não estão ofertando alguns dos tópicos previstos no *núcleo de conteúdos básicos* das DCN, que são obrigatórios.

Tabela 5.5 - Análise Estatística das Matrizes Curriculares Selecionadas
Núcleo de Conteúdos Básicos

Tópico	Freq	Moda	Mediana	Média*	Esp.
Matemática	14	360	417	441	144
Ciências do Ambiente	14	A	352	364	176
Fenômenos de Transporte	13	60	96	114	64
Física	13	210	210	214	112
Química	13	75/150	135	137	112
Informática	12	90	79	83	96
Expressão Gráfica	12	60	66	80	48
Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	11	60/180	120	122	112
Mecânica dos Sólidos	9	60	90	100	64
Administração	9	60	60	52	64
Metodologia Científica e Tecnológica	8	30	33	52	64
Ciência e Tecnologia dos Materiais	7	60	102	87	64
Economia	7	60	64	79	64
Comunicação e Expressão	6	30/60	46	47	48
Eletricidade Aplicada	6	A	58	60	48
Total			1.928	2.031	1.280

* média apenas das cargas horárias ofertadas nos cursos

A= amodal (não há um valor que se repete)

ESP - média das cargas horárias propostas pelos especialistas

Pode ser observado que os especialistas propõem cargas horárias bastante reduzidas para os tópicos *Matemática, Física e Ciências do Ambiente*, bem como para o total de horas deste núcleo, quando comparadas às efetivamente praticadas pelas IES analisadas. No tópico *ciências do ambiente*, esta diferença de cargas horárias pode ser explicada pelo fato dos especialistas terem considerado como de *formação específica* algumas disciplinas que, na análise dos currículos selecionados, foram consideradas de *formação básica*.

Apurou-se que, no entendimento desses especialistas, as cargas horárias destinadas aos tópicos de *matemática e física* devem ser mais reduzidas, para que assuntos específicos da Engenharia Ambiental possam ser aprofundados. No entanto, a tradição dos cursos de engenharia no Brasil não é esta, como pode ser visto na Tabela 5.5.

É interessante constatar que em 10 dos 15 tópicos deste núcleo são propostas pelos especialistas e praticadas pelas IES cargas horárias que sugerem apenas uma disciplina em cada tópico. Ênfase ligeiramente maior é dada aos tópicos *Química e Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania*, o que é pertinente, para o perfil esperado para o Engenheiro Ambiental. Na Tabela 5.6 é apresentada a análise estatística das matrizes para o *núcleo de conteúdos profissionalizantes*.

Os tópicos não relacionados são aqueles que não são ofertados por nenhum dos 14 cursos analisados, não foram sugeridos pelos especialistas e não constam das listagens obtidas nos dois encontros de coordenadores de curso.

Os tópicos foram ordenados por ordem decrescente da frequência com que são ofertados nos cursos analisados.

Na visão dos especialistas, deve compor a matriz curricular apenas uma disciplina dos tópicos por eles julgados relevantes para o curso, como pode ser inferido pelas cargas horárias propostas. De certa forma, com exceção dos tópicos *Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico, Geotecnia, Operações Unitárias e Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas*, esta é também a linha adotada pelas IES analisadas, se bem que os dois últimos tópicos são ofertados por apenas duas delas.

Na estrutura e cargas horárias propostas no final deste trabalho, consideraram-se mais adequadas as cargas horárias maiores praticadas pelas IES nos tópicos *Hidráulica, Hidrologia*

Aplicada e Saneamento Básico e Geotecnia, tópicos realmente relevantes para a Engenharia Ambiental.

Tabela 5.6 - Análise Estatística das Matrizes Curriculares Seleccionadas
Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes

	Tópico	Freq	Moda	Mediana	Média*	Esp.
XXII	Hidráulica, Hidrologia Aplicada, San Básico	14	120	271	278	72
XVI	Geoprocessamento	13	60	64	74	56
XVII	Geotecnia	11	60/210	112	118	48
XXXI	Microbiologia	9	90	75	73	40
LII	Topografia e Geodésia	9	60	60	99	40
II	Bioquímica	8	30/60	65	72	-
XXXIII	Modelagem, Análise, Simulação de Sistemas	7	60	60	80	64
XLI	Química Analítica	6	75	58	74	-
XLII	Química Orgânica	6	60	60	65	-
XV	Físico-química	4	90	69	65	40
XXIII	Instrumentação	2	A	50	50	-
XXXIV	Operações Unitárias	2	A	105	105	32
XLIV	Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas	2	A	119	119	-
X	Eletromagnetismo	1	60	60	60	-
XXIX	Mecânica Aplicada	1	60	60	60	-
LIII	Transporte e Logística	1	80	80	80	-
XIX	Gestão Ambiental					64
XIII	Ergonomia e Segurança do Trabalho					40
XXX	Métodos Numéricos					-
XXXIX	Processos Químicos e Bioquímicos					-
XLIII	Reatores Químicos e Bioquímicos					48
III	Ciência dos Materiais					40
XX	Gestão Econômica					32
XXI	Gestão de Tecnologia					40
XXXVIII	Processos de Fabricação					40
Total				1.368	1.472	696

* média apenas das cargas horárias ofertadas nos cursos

A= amodal (não há um valor que se repete)

ESP - média das cargas horárias propostas pelos especialistas

XXX Itens sugeridos no IV Encontro de Coordenadores

XXX Itens sugeridos no IV e V Encontro de Coordenadores

Ao se comparar os tópicos dos núcleos de *conteúdos básicos* e *conteúdos profissionalizantes* estabelecidos nas DCN e os tópicos propostos para a Engenharia Ambiental no núcleo de *conteúdos específicos*, podem ser identificados alguns deles cujo posicionamento em um ou

outro núcleo é passível de discussão, conforme descrito no início deste item e sintetizado na Tabela 5.4.

Na proposição da matriz curricular, alguns tópicos como *Gestão Ambiental (XIX)*, *Ergonomia e Segurança no Trabalho (XIII)*, *Processos Químicos e Bioquímicos (XXXIX)*, *Reatores Químicos e Bioquímicos (XLIII)*, *Gestão Econômica (XXXVIII)* e *Gestão de Tecnologia (XXI)* deverão ser considerados inseridos no *núcleo de conteúdos específicos*.

Na Tabela 5.7 é apresentada a análise estatística das matrizes para o *núcleo de conteúdos específicos*. Nesta tabela não são apresentadas as cargas horárias propostas pelos especialistas para os diversos tópicos relacionados. Isto porque nesses itens, alguns deles apenas propuseram os tópicos que julgavam relevantes, sem propor respectivas cargas horárias.

No item *tecnologia ambiental* são apresentados os tópicos que devem compor cada um dos sub itens, dentre os quais *processos produtivos* e *infra estrutura*. Na proposição da matriz curricular considerou-se mais adequado que esses sub itens fossem desenvolvidos no *núcleo de conteúdos profissionalizantes*, tendo em vista que, apesar de seus conteúdos serem de interesse da Engenharia Ambiental, eles não são de interesse específico desta modalidade da engenharia.

Os totais de horas/aula do curso, apresentados ao final da Tabela 5.7, consideraram a soma de todas as horas propostas em todos os núcleos. Fica clara a necessidade de se proceder a uma redução seletiva das horas propostas, de sorte a contemplar a maior amplitude possível de conteúdos, sem perder de vista a necessidade de se manter a carga horária do curso em torno das 3.600 horas/aula mínimas previstas na normatização dos cursos de engenharia.

**Tabela 5.7 - Análise Estatística das Matrizes Curriculares Selecionadas
Núcleo de Conteúdos Específicos**

Tópico	Freq.	Moda	Mediana	Média*
▪ Tecnologia ambiental			641	743
Processos produtivos			155	214
Atividades Minerárias	2	A	91	91
Atividades de Transformação	5	A	64	123
Atividades Agrícolas e Silvicultura				
Atividades Pecuárias				

Tabela 5.7 (cont...)

Tópico	Freq.	Moda	Mediana	Média*
▪ Tecnologia ambiental (cont...)			641	743
Infra-estrutura			150	150
Sistemas Energéticos	7	90	90	79
Sistemas Hidráulicos Urbanos	7	45/60	60	71
Rodovias e Ferrovias				
Transporte Urbano				
Portos				
Aeroportos				
Poluição			123	144
Poluição do Ar, Visual e Sonora	10	30	33	49
Poluição das Águas	10	60	60	58
Poluição do Solo	7	30	30	37
Controle da poluição			213	235
Controle da Poluição do Ar, Visual e Sonora	9	60	60	56
Controle da Poluição das Águas	12	180	91	115
Controle da Poluição do Solo	10	A	62	64
▪ Gestão ambiental			1.297	1.375
Planejamento			246	266
Planejamento Urbano	2	A	31	31
Planejamento Rural	3	A	32	51
Planejamento Ambiental	9	60	60	66
Recuperação e Reabilitação Ambiental	8	60	60	65
Epidemiologia Ambiental	2	A	53	53
Licenciamento/fiscalização			194	217
Avaliação de Impactos Ambientais	13	60	80	113
Legislação e Normalização Ambiental	13	60	54	51
Certificação e Auditoria Ambiental	3	60	60	53
Gestão			857	892
Sistemas de Gestão Ambiental	13	120	120	111
Sistema de Gestão das Águas	4	A	53	59
Indicadores de Desempenho Ambiental	3	60	60	50
Gestão de Resíduos Sólidos Industriais	4	A	44	45
Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	4	A	41	41
Economia Ambiental	7	60	60	56
Educação Ambiental	3	A	32	41
Ética Ambiental	1	60	60	60
Saúde Ambiental	10	60	66	88
Projeto Integrado	13	120	150	187
Estágio Supervisionado	12	180	171	154
Total			1.938	2.118
Total do curso			5.234	5.621

* média apenas das cargas horárias ofertadas nos cursos

A= amodal (não há um valor que se repete)

5.5 Oferta e Caracterização dos Cursos de Engenharia Ambiental de Instituições de Ensino Estrangeiras

Foi realizada pesquisa via internet, buscando identificar alguns cursos de graduação em Engenharia Ambiental em instituições estrangeiras. A pesquisa visou a conhecer as principais características desses cursos e identificar eventuais pontos a serem considerados na proposição da matriz curricular, objeto deste trabalho.

Teve-se ainda a possibilidade de entrevistar longamente o coordenador do curso de Engenharia Ambiental da Universidade dos Açores, Portugal, durante o *III Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental*, realizado na Univali em outubro de 2003. Foram ainda mantidos contatos com técnicos espanhóis que trabalham na área de engenharia consultiva, presentes no *Fórum Hispano-Brasileiro de Negócios*, ocorrido em Belo Horizonte em abril de 2004.

Grande parte das instituições de ensino estrangeiras pesquisadas não apresenta suas matrizes curriculares nos respectivos sites, se limitando a descrever as principais características de seus cursos. A Universidade de Aberdeen, no Reino Unido, de reconhecida tradição na área da engenharia ambiental, não disponibiliza informações sobre o curso em seu site. O Massachusetts Institute of Technology (MIT), a Universidade da Califórnia, Berkeley, ambos nos Estados Unidos, a Universidade de Windsor, Ontário, Canadá, e a University of New South Wales - Campus de Kensington, em Sidney, Austrália, fornecem informações sobre suas matrizes curriculares, que são sinteticamente apresentadas no ANEXO V. Apresenta-se a seguir algumas das descrições obtidas.

Para a Universidade de Liverpool JMU, na Inglaterra, descreve-se:

“Nossa sociedade se torna mais ciente dos problemas ambientais. Há uma grande demanda para gerentes ambientais. Estão aumentando as preocupações no nível oficial e entre a população no que diz respeito à contaminação do solo, da disposição indiscriminada de materiais perigosos nos cursos d’água, da ameaça de extinção de espécies da flora e da fauna. Esta situação existe em muitas partes do mundo, desenvolvido e não desenvolvido, em alguns casos devido ao impacto negativo de ‘projetos de construção’.

O desafio ambiental que enfrenta o Reino Unido, a Europa e o mundo em geral é tal que há uma demanda crescente para profissionais com qualificações reconhecidas em assuntos relacionados com o meio ambiente.

O curso de engenharia ambiental da universidade é um curso de três anos. No terceiro ano os estudantes já buscam uma colocação industrial.”

A Universidade de Irvine – Califórnia, Estados Unidos, oferta cursos de engenharia ambiental em nível de graduação, mestrado e doutorado.

Para o curso de graduação, o *site* da universidade descreve o seguinte:

“A engenharia ambiental envolve estratégias da proteção ou da remediação ambiental para os recursos ambientais - água, ar e solo, freqüentemente com combinações de métodos de tratamento físicos, químicos e biológicos, no contexto de uma estrutura regulatória complexa.

O objetivo do curriculum da engenharia ambiental é fornecer um fundo básico forte da ciência, particularmente na química e na biologia, e a formação abrangente em diversas disciplinas ambientais da engenharia. Os cursos incluem conteúdos que se relacionam aos fenômenos de transporte, ao controle da qualidade da água e do ar.

As oportunidades de emprego na engenharia ambiental são diversas. Os graduados encontram geralmente empregos nos campos do controle de poluição ou da remediação de ambientes do ar, da água e do solo”.

Na Universidade de Melbourne, Austrália,

“o objetivo do curso na engenharia ambiental é graduar profissionais com qualidades da liderança em aspectos de engenharia da gerência da terra e da água e da avaliação ambiental, e habilidades em hidrologia de superfície, hidrogeologia, na engenharia da irrigação e na preservação de mananciais, na recuperação do solo e no transporte de sedimentos e nutrientes.

Tais profissionais devem poder conversar cientificamente com biólogos e ecólogos, ser analítico, ter habilidades numéricas, ter experiência em computação, em trabalhos de campo e em técnicas de laboratório que se relacionam aos recursos naturais. Com estas habilidades, os graduados poderão exercer um importante papel na engenharia com um enfoque de desenvolvimento ecologicamente sustentável.”

O Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Massachusetts Institute of Technology (MIT), responsável pelo curso de Engenharia Ambiental, informa que

“é responsável pela formação de líderes e futuros inovadores da profissão da engenharia, a serviço da sociedade. Um mercado cada vez mais internacional exigirá que as empresas de engenharia civil e ambiental a operem mais eficientemente. Os Estados Unidos e outros países desenvolvidos devem restaurar e implantar sistemas de infraestrutura deteriorados ou ineficientes, criando ambientes físicos novos compatíveis com as tecnologias e as demandas da sociedade, priorizando a compatibilidade entre ambientes construídos e naturais.

Respondendo à complexidade crescente dos projetos de engenharia civil e ambiental, os profissionais devem enfatizar as políticas financeira, social, econômica e pública como uma parte integrante de sua responsabilidade profissional. O campo da engenharia civil e ambiental está no vértice de uma grande transformação, que alterará de forma radical a maneira com que as obras são projetadas e operadas, assim como a natureza e o uso de infraestruturas civis (por exemplo, edifícios inteligentes, estradas espertas e veículos).

Os currículos fornecem um fundo forte na matemática, na ciência, e nos fundamentos da engenharia, bem como uma apreciação para o contexto social e ético de sistemas integrados. O embasamento da ciência é fundamental nas disciplinas básicas que constituem a engenharia civil e integra o conhecimento fundamental para projetos de engenharia. Na engenharia ambiental a ênfase das disciplinas básicas é a química e os processos biológicos necessários para compreender os processos ambientais e direcionar para os problemas do impacto humano no ambiente. Ambos os programas fornecem a consciência do contexto

sócio-político em que os problemas ambientais da engenharia são resolvidos.

A nível de pós graduação, o departamento oferece dois tipos distintos de programas complementares. O primeiro avança na compreensão dos fundamentos e desenvolvem abordagens inovadoras aos problemas da engenharia. Tais programas preparam profissionais para posições da liderança na pesquisa e no ensino. O segundo introduz os fatores políticos, econômicos e culturais que influenciam prioridades sociais, e preparam estudantes para funcionar como membros de equipes interdisciplinares.

Os programas de graduação são oferecidos nas seguintes áreas: química e biologia ambiental; engenharia e gerência da construção; engenharia geotécnica e geoambiental; dinâmica dos fluidos ambiental, engenharia litorânea e hidrodinâmica; hidrologia e recursos da água; sistemas e tecnologia da informação; materiais e sistemas estruturais e sistemas do transporte.”

A Universidade de Windsor, Ontário (Canadá), disponibiliza a matriz curricular apresentada no Anexo V. Não são fornecidas informações sobre o número total de horas de cada disciplina, do curso, nem o tempo de duração do período letivo. Se o número de semanas letivas no Canadá for semelhante ao do ano letivo brasileiro, a carga horária total do curso é de aproximadamente 1.800 horas.

A Universidade da Califórnia, Berkeley, propõe uma configuração diversa das outras instituições de ensino pesquisadas, para a abordagem das questões ambientais. Ela dispõe de um *Programa Ambiental para a Engenharia*, que consiste em ofertar conjuntos coerentes de disciplinas para alguns cursos, principalmente na área da engenharia. Entendeu-se que essas disciplinas são equivalentes às *disciplinas optativas* dos cursos brasileiros. Observa-se que o curso de *Engenharia Civil e Ambiental* abrange um bloco extenso e consistente de disciplinas que o caracterizam como um *curso de engenharia civil com ênfase em ciências do ambiente*. No Anexo V é apresentada a relação das disciplinas ofertadas para os diversos cursos da Universidade da Califórnia.

Na Universidade de New South Wales - Campus de Kensington, em Sidney, Austrália, o curso ofertado é bastante semelhante em termos de estrutura e conteúdo aos cursos

brasileiros. O curso daquela IES tem duração de 4 anos. Para integralizar o curso o aluno deve cursar no mínimo 24 e no máximo 27 UOC por ano e totalizar no mínimo 192 UOC. Entendeu-se que a UOC australiana é equivalente ao crédito praticado por quase todas as IES brasileiras. Não foi possível saber quantas horas/aula equivalem a 1 UOC. Supondo-se que 1 UOC equivalha a 16 horas/aula, tem-se que o curso totaliza 3.072 horas/aula.

Como pode ser observado na matriz curricular apresentada no Anexo V, a estrutura do curso australiano se afigura como adequada à situação brasileira. Ela apresenta uma peculiaridade bastante interessante, que é a seguinte: o aluno cursa os três primeiros anos e, se obtiver uma média superior a 62 pontos, cursa o quarto ano e elabora uma “tese”. Se não elaborar a “tese”, o aluno deverá cursar dois “majores”. Se elaborar a “tese” deverá cursar um “major” mais 8 créditos de disciplinas eletivas.

Entendeu-se que a “tese” é equivalente ao *trabalho final de graduação* e que o “major” é equivalente à *ênfase*, tal como praticados pelas IES brasileiras.

Quanto às entrevistas com o coordenador do curso de Engenharia Ambiental da Universidade dos Açores, Portugal e com técnicos espanhóis, citadas anteriormente, elas permitiram entender a evolução das questões do ensino da engenharia ambiental na Europa, principalmente nas duas últimas décadas.

Segundo os entrevistados, os países mais industrializados da Europa, principalmente a Alemanha e a Inglaterra, deram grande ênfase às *questões tecnológicas* relacionadas com o meio ambiente, impulsionada pelo interesse das empresas fabricantes de equipamentos, que financiaram pesquisas de tecnologias de controle da poluição ambiental, propiciando o desenvolvimento de eficientes sistemas de controle ambiental naqueles países, nos últimos 25 anos.

Os países menos desenvolvidos industrialmente, como Portugal e Espanha, por apresentarem problemas menos graves de poluição ambiental, voltaram-se para as ações de *planejamento e gestão ambientais*, tais como atividades de planejamento territorial urbano e rural e sistemas de gestão para atividades potencialmente poluidoras.

Observou-se então que, nos países do primeiro grupo, as ações de *controle* da poluição careciam de medidas complementares de *planejamento e gestão*, ocorrendo o inverso nos

países do segundo grupo. Hoje, as duas ações tendem a se equilibrar, sem a prevalência de uma sobre a outra.

Foi ainda relatado que hoje são questionados os elevados custos de implantação e operação dos sistemas de controle ambiental, que oneram excessivamente os custos de produção das empresas, reduzindo sua competitividade em nível global. Percebe-se ainda que as ações de planejamento devem assumir papel relevante, principalmente porque os problemas mais severos de poluição já estão, em grande parte, solucionados.

O ensino da Engenharia Ambiental, naturalmente, acompanhou esses movimentos. Assim, observa-se que, também na área do ensino, tende-se ao equilíbrio entre as ações de planejamento, gestão e controle da poluição.

Em Portugal, são ofertados cursos de graduação em Engenharia Ambiental, como é o caso da Universidade dos Açores. Na Espanha, o modelo adotado pelas IES é o da oferta de cursos de pós graduação *lato e stricto sensu*. Os depoimentos dos entrevistados sugerem que ambos os modelos são adequados. ***Os resultados obtidos estão muito mais relacionados com a qualidade dos cursos ofertados do que com o modelo de ensino adotado.***

6 PROPOSTA DE ESTRUTURA

6.1 Considerações Gerais

Para o desenvolvimento dos trabalhos e a proposição de uma grade curricular para os cursos de Engenharia Ambiental, trabalhou-se com a concepção sinteticamente descrita a seguir.

Inicialmente, foram listados os tópicos que compõem o *núcleo de conteúdos básicos* e propostos os tópicos que devem compor o *núcleo de conteúdos profissionalizantes*, com suas respectivas cargas horárias. Conforme estabelecido nas Diretrizes Curriculares, o *núcleo de conteúdos básicos* é obrigatório em todos os cursos de Engenharia, não cabendo discussão sobre os tópicos que o compõem. Quanto ao *núcleo conteúdos profissionalizantes*, os tópicos foram definidos considerando os estudos desenvolvidos no item 5.

Em seguida, foram propostos os tópicos que devem compor o *núcleo de conteúdos específicos*. Esses tópicos, com clareza, devem contemplar dois conjuntos de tópicos, agrupando disciplinas de *tecnologia ambiental* e de *gestão ambiental*. Os tópicos relacionados com *tecnologia* podem ser sub agrupados em *poluição e controle da poluição*. A *gestão ambiental* compreende os tópicos de *planejamento, licenciamento/fiscalização e gestão ambientais*. Esta configuração já está explicitada nos estudos desenvolvidos no item 5.4, tabelas 5.4 a 5.6.

Confrontando-se a concepção descrita acima com as referidas tabelas, observa-se que os sub itens *processos produtivos* e *infra-estrutura* não estão contemplados no *núcleo de conteúdos específicos*. Optou-se por incluir essas matérias nos tópicos *Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico (XXII), Mineralogia e Tratamento de Minérios (XXXII) e Processos de Fabricação (XXXVIII)*, como mostrado no item 6.3 - Tabela 6.4.

A distribuição de carga horária foi feita considerando a mesma concepção adotada na análise das matrizes curriculares selecionadas neste trabalho, apresentada no item 5.2, qual seja:

- a carga horária mínima dos cursos de Engenharia é de 3.000 horas, correspondendo a 3.600 horas/aula de 50 minutos;
- como o semestre letivo corresponde a 100 dias letivos, ou 16 semanas letivas, tem-se que:

- 1 crédito corresponde a 1 hora/aula por semana;
- 1 crédito corresponde a 16 horas/aula por semestre;
- o número total mínimo de créditos é de 225.

Considerando esses critérios, os tópicos e disciplinas que compõem a matriz curricular deverão sempre apresentar cargas horárias múltiplas de 16 e, preferencialmente, múltiplas de 32, tendo em vista as facilidades de estruturação do quadro de horários das aulas.

As cargas horárias mínimas que deverão compor cada núcleo estão definidos nas Diretrizes Curriculares e são as seguintes:

- **núcleo de conteúdos básicos:** cerca de 30% da carga horária total do curso;
- **núcleo de conteúdos profissionalizantes:** cerca de 15% da carga horária total do curso.
- **núcleo de conteúdos específicos:** 55% da carga horária total do curso.

Deve ser ressaltado que as diretrizes curriculares não *engessam* as cargas horárias e os percentuais acima podem ser flexibilizados pela IES, ao definir sua matriz curricular.

6.2 Núcleo de Conteúdos Básicos

Considerando os critérios adotados, a carga horária deste núcleo deveria ser da ordem de 1.080 horas/aula. Nas tabelas 6.1 e 6.2 são relacionadas as disciplinas sugeridas para os tópicos *Ciências do Ambiente* e *Matemática*. A definição das disciplinas e respectivas cargas horárias foi feita a partir da análise das disciplinas ofertadas nos 14 cursos analisados, apresentada no Anexo VI. Considerou-se ainda as cargas horárias sugeridas pelos especialistas.

Tabela 6.1 - Núcleo de Conteúdos Básicos - Proposta de Disciplinas do Tópico *Ciências do Ambiente*

Disciplina	H/aula	Moda/ nº de IES
Introdução à Engenharia Ambiental	32	32 (3)
Biologia	64	64 (4)
Climatologia	32	32 (4)
Ecossistemas Terrestres	64	120 (3)
Ecossistemas Aquáticos	64	
Geologia	32	A
Geomorfologia	32	
Pedologia	32	
TOTAL	352	-

Os tópicos a serem contemplados no núcleo e suas respectivas cargas horárias são apresentados na Tabela 6.3.

O posicionamento das disciplinas do tópico *Ciências do Ambiente*, relacionadas na Tabela 6.1, no Núcleo de Conteúdos Básicos é a mais adequada, por se tratar efetivamente de *disciplinas básicas* para a Engenharia Ambiental, fazendo aumentar a carga horária total do núcleo.

Tabela 6.2 - Núcleo de Conteúdos Básicos - Proposta de Disciplinas do Tópico *Matemática*

Disciplina	H/aula	Moda/ Nº de ies
Cálculo Diferencial e Integral	128	180 (3)
Álgebra Linear e Geometria Analítica	64	64 (8)
Cálculo Numérico	64	64 (7)
Estatística	64	64 (10)
Total	320	-

Com relação a este núcleo, são pertinentes as seguintes considerações:

As disciplinas de *física* deverão necessariamente contemplar conteúdos de *termodinâmica* e *radioatividade*, importantes para a formação básica do Engenheiro Ambiental. No tópico *fenômenos de transporte* devem ser ministrados os conteúdos de *mecânica dos fluidos*.

É importante que no tópico *Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania* sejam contemplados conteúdos relacionados com *ecossistemas antrópicos*, essenciais para a caracterização do meio antrópico nos estudos ambientais.

No tópico *informática* é altamente recomendado que sejam contemplados conteúdos de *desenho informatizado (corel, autocad e outros)*, importantes ferramentas para o desempenho profissional do Engenheiro Ambiental.

Além de conceituar sobre *história do pensamento econômico, natureza e método da economia, macro e microeconomia* e outros conteúdos usuais, a disciplina *economia* deve contemplar com grande ênfase conteúdos de *economia do meio ambiente*.

Tabela 6.3 - Núcleo de Conteúdos Básicos
Relação de Tópicos e Proposição de Cargas Horárias

Tópico	Carga horária
Ciências do Ambiente	352
Matemática	320
Física	160
Química	112
Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania	80
Fenômenos de Transporte	64
Expressão Gráfica	64
Informática	64
Mecânica dos Sólidos	32
Administração	64
Ciência e Tecnologia dos Materiais	64
Economia (ambiental)	64
Eletricidade Aplicada	48
Comunicação e Expressão	32
Metodologia Científica e Tecnológica	32
Total	1552

6.3 Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes

A carga horária estabelecida deve estar em torno de 540 horas/aula para este núcleo. Na Tabela 6.4, são propostas as disciplinas que devem compor o tópico *Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico*. Os tópicos a serem contemplados no núcleo e suas respectivas cargas horárias são apresentados na Tabela 6.5.

Da mesma forma que no Núcleo de Conteúdos Básicos, a carga horária do Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes é bastante superior ao mínimo estabelecido nas Diretrizes Curriculares. No entanto, a carga horária proposta é necessária para dotar os alunos das ferramentas mínimas para cursar as disciplinas do Núcleo de Conteúdos Específicos.

Tabela 6.4 - Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes - Proposta de Disciplinas do Tópico *Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico*

Disciplina	H/aula	Moda/ n° de IES
Hidráulica	64	64 (8)
Hidrologia e Recursos Hídricos	64	64 (7)
Engenharia de Recursos Hídricos	64	64 (5)
Sistemas Hidráulicos Urbanos	64	64 (10)
Total	256	-

Tabela 6.5 - Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes
Relação de Tópicos e Proposição de Cargas Horárias

Tópico	Carga horária
XVI Geoprocessamento	80
XVII Geotecnia	96
XXII Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico	256
XXXI Microbiologia	48
XXXII Mineralogia e Tratamento de Minérios	32
XXXIII Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas	48
XXXIV Operações Unitárias	32
XXXVIII Processos de Fabricação	64
XXXIX Processos Químicos e Bioquímicos	32
XLIII Reatores Químicos e Bioquímicos	32
LII Topografia e Geodésia	64
LIII Transporte e Logística	48
Total	832

Na disciplina *Engenharia de Recursos Hídricos* devem ser ministrados conteúdos referentes a *reservatórios de acumulação (inclusive controle de assoreamento), projetos de irrigação, pecuária e silvicultura, e drenagem pluvial de obras especiais (aerportos, campos esportivos, jardins suspensos, dentre outros)*. A disciplina *Sistemas Hidráulicos Urbanos* abrange os *sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial*.

6.4 Núcleo de Conteúdos Específicos

A carga horária prevista para este núcleo nas diretrizes curriculares é de cerca de 55% da carga horária total do curso, ou 1.980 horas/aula. No entanto, considerando as cargas horárias maiores propostas nos dois núcleos analisados anteriormente, que totalizaram 2.384 horas/aula, o Núcleo de Conteúdos Específicos deverá totalizar 1.216 horas/aula, para que seja mantida a concepção inicial de 3.600 horas/aula.

É claro que as IES têm liberdade de ampliar a carga horária total de seus cursos. Deve, no entanto, também estar claro que esta não é uma tendência dos cursos de graduação no Brasil. A tendência predominante é a de se ofertar cursos de graduação com a carga horária mínima estabelecida pelos órgãos normatizadores do ensino e em sequência ofertar cursos de pós-graduação *lato e stricto sensu*, permitindo ao egresso aprofundar seus conhecimentos em áreas de maior interesse.

Desta forma, os tópicos propostos e suas respectivas cargas horárias são apresentados na Tabela 6.6.

Economia do Meio Ambiente deve fazer parte das disciplinas do tópico *Gestão Ambiental*. Conforme exposto no item 6.2, optou-se por se ofertar esta disciplina no *núcleo de conteúdos básicos*, por ser o tópico *Economia* obrigatório.

A disciplina *gestão de resíduos sólidos* deve contemplar a *gestão de resíduos sólidos industriais e urbanos (inclusive hospitalares)*.

Na disciplina *saúde ambiental* deverão ser ministrados conteúdos das seguintes matérias: *conceitos de saúde pública e saneamento; o saneamento como ação de saúde pública; situação sanitária do Brasil; epidemiologia; índices bioestatísticos; ecologia das doenças; doenças de insalubridade; saúde pública no meio rural e nas áreas urbanas; saúde ocupacional; tratamento da água para abastecimento urbano e industrial; tratamento de água de piscinas; e sistemas rurais de abastecimento de água e de esgotos sanitários.*

Tabela 6.6 - Núcleo de Conteúdos Específicos
Proposição de Tópicos, Sub-tópicos, Disciplinas e Cargas Horárias

Tópico	Carga horária
▪ Tecnologia ambiental	256
Poluição	96
Poluição do Ar, Visual e Sonora	32
Poluição das Águas	32
Poluição do Solo	32
Controle da poluição	160
Controle da Poluição do Ar, Visual e Sonora	32
Controle da Poluição das Águas	96
Controle da Poluição do Solo	32
▪ Gestão ambiental	960
Planejamento	192
Planejamento Regional e Urbano	64
Planejamento Ambiental	64
Recuperação e Reabilitação Ambiental	64
Licenciamento/fiscalização	192
Avaliação de Impactos Ambientais	96
Legislação e Política Ambiental	64
Certificação e Auditoria Ambiental	32

Tabela 6.6 (cont...)

Tópico	Carga horária
Gestão	576
Sistemas de Gestão Ambiental	64
Sistemas de Gestão das Águas	64
Gestão de Resíduos Sólidos	64
Economia Ambiental	BÁSICA
Educação Ambiental	32
Saúde Ambiental	128
Projeto Integrado	64
Estágio Supervisionado	160
Total	1.216

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um novo campo de conhecimento é criado e desenvolvido em função das demandas apresentadas pelo campo econômico, da sociedade e dos próprios profissionais que lidam com questões específicas. A Engenharia Ambiental certamente foi criada em função da importância que as questões ambientais foram adquirindo ao longo das últimas décadas.

Os profissionais que, desde a década de 70, trabalham com as atividades de projeto, licenciamento, fiscalização e operação de empreendimentos potencialmente poluidores, bem como com as ações de planejamento, certificação e gestão ambientais, desenvolveram suas competências ao longo do tempo através de cursos de pós-graduação, de cursos de curta duração, da participação em eventos técnico-científicos e da própria vivência profissional.

Esta situação, de fato, merecia ser equacionada e tratada com a mesma relevância que o trato do meio ambiente vem merecendo. O reconhecimento da Engenharia Ambiental como nova modalidade da Engenharia, tanto pelo MEC como pelo CONFEA, certamente colocou a questão em um patamar de importância adequado.

É compreensível que a criação de um novo campo profissional muitas vezes pareça atropelar os campos profissionais já estabelecidos e consolidados. A Engenharia Ambiental está provocando questionamentos por parte de profissionais de várias áreas.

Contudo, uma análise mais cuidadosa dos conteúdos curriculares dos cursos de Engenharia Ambiental mostra que este novo campo profissional representa uma *consolidação de conhecimentos ou saberes desenvolvidos desde que as questões ambientais assumiram a importância exibida atualmente*.

É pertinente afirmar que este novo campo de atuação do Engenheiro é o que mais polêmica tem gerado. As outras modalidades da engenharia foram criadas a partir do desmembramento de modalidades existentes, todas nascidas da mesma engenharia-mãe, que é a Engenharia Civil. Dentre outros exemplos, pode-se citar a Engenharia de Minas e Metalurgia, que um dia desmembrou-se; a Engenharia Mecânica e Elétrica foi igualmente desmembrada em duas outras modalidades.

A Engenharia Ambiental quebrou esta tendência. Ainda que esta nova modalidade da Engenharia, segundo o CONFEA, esteja vinculada à Câmara de Engenharia Civil, ela apresenta áreas de *sombreamento* não só com atividades correlacionadas com várias outras modalidades da engenharia, como também com outras áreas do conhecimento, tais como geologia, pedologia, geografia, biologia, sociologia, administração, economia, direito e química.

A Engenharia Ambiental apresenta conjuntos de disciplinas afins que conferem ao curso características de *multidisciplinariedade* não observada em qualquer outro curso de graduação. Pela abrangência dos conhecimentos que a compõem, apresenta ainda um forte caráter *transdisciplinar*.

Nos países desenvolvidos, a oferta de cursos de graduação na área da engenharia ambiental iniciou-se na década de 80. No entanto, não se pode afirmar que já foi encontrado o melhor caminho para a difusão acadêmica dos conhecimentos na área de meio ambiente.

Como descrito no item 5.5, ao longo da década de 80 e até meados da década de 90, os países industrializados privilegiaram as ações relacionadas com o *controle da poluição*, não contemplando de forma adequada os mecanismos de *gestão ambiental*. Nos países onde os níveis de degradação não eram tão severos, as ações de *gestão ambiental* foram privilegiadas, principalmente aquelas relacionadas com o *planejamento da ocupação do espaço*. Observa-se atualmente uma busca pela convergência dessas duas tendências, por ter sido constatado que, obviamente, elas são complementares.

Este fato se explica em parte pela emergência com que deveriam ser tratadas as questões de poluição ambiental nos países onde elas ocorriam com grande intensidade, tais como Alemanha, Inglaterra, França e Estados Unidos. Acresça-se o natural interesse das indústrias instaladas nesses países em desenvolverem equipamentos de controle de poluição, dos quais as empresas poluidoras necessitavam com urgência.

Como resultado, pode-se observar que os sistemas de controle da poluição desses países utilizam equipamentos de alta tecnologia, que apresentam custos de implantação e operação elevados, que se afiguram como inviáveis para países que contam com escassos recursos financeiros.

A proposição de uma estrutura curricular mínima para os cursos de Engenharia Ambiental permitirá criar uma identidade para os cursos dessa modalidade, como já ocorre nas demais modalidades da engenharia e, por isto, se afigura como extremamente oportuna. É necessária uma *caixa* mínima de conhecimentos básicos para caracterizar um *Engenheiro*.

Assim sendo, a inserção das disciplinas que compõem o *núcleo de conteúdos básicos* nas matrizes curriculares da Engenharia Ambiental - não se concebe um Engenheiro sem esses conhecimentos - e as discussões com vistas à proposição de um rol mínimo de tópicos previstos no *núcleo de formação profissional geral*, atenderão ao estabelecido nas DCN e estimularão a busca de um consenso sobre as competências do engenheiro ambiental.

No mais, as DCN deixam a cargo das IES a definição das disciplinas que compõem o *núcleo de conteúdos específicos*, permitindo flexibilizações e abordagens regionais. A contextualização é feita pelos professores no dia-a-dia da sala de aula, em função de suas experiências. Daí a importância das escolas agregarem em seus quadros de docentes profissionais com experiência e vivência dos problemas ambientais.

A análise das informações levantadas para a elaboração deste trabalho permite concluir que não há uma convergência consistente entre as matrizes curriculares dos cursos ofertados no Brasil. Também não há convergência de opiniões entre os profissionais que trabalham na área ambiental consultados e entrevistados sobre os conteúdos a serem inseridos na matriz curricular de um curso de Engenharia Ambiental.

Esta constatação é de certa forma previsível, pois o cotidiano de cada profissional, em seu local de trabalho, lhe dá uma visão específica dos problemas ambientais. Em outras palavras, é perfeitamente compreensível, por exemplo, que um profissional que trabalhe na área de mineração vivencie problemas diversos dos vivenciados por um profissional que trabalhe em áreas urbanas, ou em uma indústria. Essas diferentes experiências são naturalmente explicitadas ao preencher o formulário de pesquisa.

No entanto, a somatória das experiências acadêmicas e das vivências dos profissionais consultados, confrontadas com a experiência de instituições de ensino estrangeiras, permitiu identificar os tópicos mais relevantes a serem contemplados em um curso de graduação em Engenharia Ambiental, que pretende dotar o profissional dele egresso de uma visão o mais abrangente possível da problemática ambiental.

Na revisão da literatura sobre o currículo, apresentada no item 3.2, pôde ser constatado que a definição da estrutura curricular e do projeto pedagógico de um curso não é um processo *inocente*, pelos conflitos de poder e interesses que permeiam essas atividades.

Ficou ainda claro que os professores, ao ministrarem as disciplinas definidas no currículo, trazem bagagens de *experiências profissionais e pessoais*, que serão transmitidas aos alunos juntamente com os *conhecimentos formais* previstos nos conteúdos das disciplinas. Desta forma, a formação profissional e ética de cada aluno egresso estará impregnada das experiências e vivências do corpo docente.

Na análise das matrizes curriculares dos cursos ofertados no Brasil, essas duas constatações podem ser percebidas com clareza. As instituições com tradição em áreas específicas da engenharia, tais como *minas, metalurgia, agronomia, civil com ênfase em saneamento ou estruturas* refletem com clareza em suas matrizes esta *vocação*. Acresça-se o fato de que, em praticamente todas as escolas de engenharia, os *núcleos de conteúdos básicos*, principalmente os tópicos *matemática, física e química* apresentam cargas horárias bastante elevadas.

Apesar da inquestionável importância desses tópicos para a formação do engenheiro, deve-se buscar a maior racionalização possível em suas cargas horárias, atendendo à tendência hoje observada de redução da carga horária dos cursos de uma maneira geral. Esta racionalização faz-se particularmente importante nos cursos de Engenharia Ambiental, considerando a necessidade desta modalidade de ser ministrada uma grande quantidade de conteúdos específicos.

Evidentemente não se pretendeu, neste estudo, buscar conclusões definitivas para o assunto. Pelo contrário, é fácil antever que ele é apenas o início do processo de consolidação de um novo curso que, pelas interfaces que possui com outros cursos e áreas do conhecimento, ainda gerará muita polêmica.

A proposta de matriz curricular aqui apresentada tem a pretensão de ser apenas um modelo para discussão e como tal deve ser visto. Certamente tópicos poderão ser agregados e outros tantos suprimidos, em função de interesses específicos das instituições de ensino ou de peculiaridades regionais e locais. Afinal, não é adequado que cursos ofertados em regiões costeiras, ou com grande potencial minerário, ou de intenso desenvolvimento urbano, ou de ecossistemas frágeis - como o semi-árido brasileiro - apresentem matrizes curriculares semelhantes.

Na realidade, a criação dessa nova modalidade da Engenharia é irreversível. Apesar disto, o Engenheiro Ambiental ainda demorará um certo tempo para se posicionar profissionalmente. No entanto, é certo que ele criará e ocupará seu nicho próprio. Para que isto ocorra, é de suma importância que os debates continuem ocorrendo, nos mais diversos fóruns. Assim, aos poucos, ela adquirirá personalidade própria.

Neste aspecto, deve ser ressaltada a importância dos *Simpósios Brasileiros de Engenharia Ambiental*, cuja 4ª edição deverá ocorrer em outubro de 2004, na Universidade Católica de Brasília. Nesses simpósios, são intensamente debatidas, por toda a comunidade acadêmica interessada no tema, a estruturação, oferta e divulgação da existência dos cursos de Engenharia Ambiental no Brasil.

8 RECOMENDAÇÕES

É relevante ressaltar que a experiência adquirida pelos *profissionais de meio ambiente* - entendidos como aqueles que nas últimas três décadas trabalharam, com seriedade, com as questões ambientais - talvez seja o mais importante acervo de conhecimentos na área ambiental de que se dispõe atualmente, e é resultado da participação desses profissionais na solução da mais vasta gama de problemas de projeto, licenciamento, fiscalização e gestão ambientais, ocorridos no Brasil nas últimas três décadas.

Por isto, no caso específico da Engenharia Ambiental, deve ser privilegiada a participação do maior número possível de professores, dentre os quais profissionais de grande experiência na área, para que o aluno possa debater opiniões diversas, filtre toda a massa de informações recebidas e crie uma *consciência ambiental* e um *senso crítico* próprios.

Em outubro de 2003 foi promovida em Brasília a *Conferência Nacional do Meio Ambiente*, antecedida de amplo debate nos estados. Dentre as proposições do evento podem ser pinçadas as seguintes: não podem ser construídas usinas hidrelétricas, termelétricas e atômicas; devem ser suspensas as atividades de mineração e, não se pode sequer pesquisar soja transgênica. São proposições que para a engenharia, que é uma atividade intrinsecamente modificadora do meio ambiente e promotora do desenvolvimento econômico e social, são inadmissíveis.

Desconsiderou-se que as necessidades humanas contingenciam o uso dos recursos ambientais. Não se lembrou que as atividades humanas, quaisquer atividades, provocam, sim, impactos ambientais, nem que eles podem sempre ser minimizados. Isto é *desenvolvimento sustentável*: fazer sim, mas fazer bem feito, para que as próximas gerações possam viver com qualidade de vida, em um ambiente ambientalmente saudável.

A engenharia, em suas diversas modalidades, dentre elas a engenharia ambiental, dispõe de base tecnológica e conhecimentos gerenciais adequados para identificar e minimizar os impactos provocados pela implantação e operação de qualquer empreendimento.

Para que, num futuro próximo, proposições como as emanadas da *Conferência Nacional do Meio Ambiente* deixem de ocorrer ou ocorram de uma forma adequada, é necessário que o Engenheiro Ambiental seja formado com uma forte consciência ambiental e é urgente que a Engenharia assuma suas funções na promoção do desenvolvimento.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Currículo

- AMARAL, A. L. Parâmetros e Diretrizes Curriculares e Implicações Práticas. In: Coleção Veredas; Formação Superior de Professores. Guia de Estudo. Mod.3. v.3 pp.143-173. SEEMG 2003a.
- AMARAL, A. L. Currículo Oficial e Currículo Real. In: Coleção Veredas; Formação Superior de Professores. Guia de Estudo. Mod. 3 v.4. pp.141-170. SEEMG 2003b.
- BERNSTEIN, B.S. A Estruturação do Discurso Pedagógico: classe, código e controle. Petrópolis, Vozes, 1996.
- BOBBITT Franklin O Currículo, 1918
- BOURDIEU, P Homo Academicus. Stanford. CA: Stanford University Press, 1988.
- HAMILTON, D. Sobre as origens dos termos classe e curriculum. Teoria e Educação, 6:28-49, 1992.
- MEYER, J.W Globalização e Currículo: problemas para a teoria em Sociologia da Educação. Versão reformulada de conferência proferida nas comemorações de 50º Aniversário da Sociedade Japonesa de Sociologia da Educação. Tóquio, ago.1999.
- SANTOS, L. L. C. P. O currículo como campo de luta. Revista Presença Pedagógica, Belo Horizonte: Dimensão, 2(7):32-39, jan/fev 1996.
- SANTOS, L. L. C. P. Currículo e diferenças culturais em tempo de globalização. Revista Presença Pedagógica, Belo Horizonte: Dimensão, 2 (10), jul/ago 1996.
- SANTOS, L. L. C. P. Abordagens no Campo do Currículo In: Coleção Veredas; Formação Superior de Professores. Guia de Estudo. Mod.3. v.1 pp. 153-180. SEEMG 2003a.
- SANTOS, L. L. C. P. Processo de Construção do Currículo In: Coleção Veredas; Formação Superior de Professores. Guia de Estudo. Mod.3. v.2 pp. 149-174. SEEMG 2003b.
- TYLER. R. W. Princípios Básicos de Currículo e Ensino. Porto Alegre: Globo, 1979.
- VEIGA, I. P. A. (org.) Projeto Político-Pedagógico da Escola: uma construção possível. Campinas: Papirus, 1995.
- VEJA O Segundo Vestibular – O Desafio de Arranjar Emprego – 17.12.2003 – p. 168 a180.
- VEJA Artigo: A tal da demanda social – Cláudio de Moura Castro – 10.03.2004 – p. 20.
- YOUNG, M.F.D. An approach to the study of curricula as socially organized knowledge. In: YOUNG, M.F.D. (Ed.) Knowledge and Control: new direction for the Sociology of Education. Londres: Collier-McMillan, 1971
- YOUNG, M. E. D. O Currículo do Futuro. Campinas: Papirus, 2001

Dispositivos Legais Regulatórios

CFE Resolução 48/76, de 27 de abril de 1.976 – Fixa os mínimos de conteúdo e de duração dos cursos de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitações.

SESU/MEC Portaria 1.693, de 5 de dezembro de 1.994 – Cria a área de Engenharia Ambiental e define as matérias de Formação Básica e Formação Profissional Geral.

LEI nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 - Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

CONFEA Resolução 447, de 22 de setembro de 2.000 – Dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais.

CNE/CES Parecer 1.362 –, de 12 de dezembro de 2001, homologado pelo Ministro da Educação em 22.02.2002 e publicado no D.O.U. de 25.02.2002 – Aprova as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação em Engenharia.

CNE/CES Resolução nº 11, de 11 de março de 2002, publicada no Diário Oficial da União em 9 de abril de 2002, seção 1, p. 32, que Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

10 ANEXOS

ANEXO I	Matrizes Curriculares - Graduação em Engenharia Ambiental Proposições de Especialistas	I-XI
ANEXO II	Matrizes Curriculares Seleccionadas	XII-XXXVI
ANEXO III	Análise das Matrizes Curriculares Seleccionadas	XXXVII-CVII
ANEXO IV	Matrizes Curriculares de IES Estrangeiras	CVIII-CXV
ANEXO V	Definições de Disciplinas e Respektivas Cargas Horárias	CXVI-CXXI