



INSERÇÃO DA COMPONENTE AMBIENTAL EM CURSOS DE ENGENHARIA

Paulo R. D. Morales – d2dias@epq.ime.eb.br

Instituto Militar de Engenharia
Praça General Tibúrcio, 80 – Praia Vermelha
22290-270 – Rio de Janeiro - RJ

Luiz Brandao – brandao@ime.eb.br

Edison D. Bidone – ebidone@yahoo.com.br

Universidade Federal Fluminense

Rua Miguel de Frias, 9 - Icaraí

24220-008 - Niterói - RJ

Resumo: *A noção de ‘desenvolvimento sustentável’ difundiu-se a partir da percepção da sociedade para os problemas ambientais gerados pelas atividades produtivas. Organizações, privadas e governamentais, buscam formas eficazes para atender as questões referentes, entre outras, à conformidade com a legislação ambiental, às exigências ambientais de investidores e instituições financeiras, às regras ambientais de comércio internacional, à obtenção de incentivos de mercado. A ‘questão ambiental’ integrou-se à produção, evoluindo para uma abordagem sistêmica, sendo necessários engenheiros, além de capacitados à realização de projetos e processos, capazes de integrar-se nos procedimentos de gestão ambiental. Este artigo discute o paradigma ‘desenvolvimento sustentável’ e suas implicações na formação profissional, sugere contextos metodológicos úteis para esta formação e apresenta proposta visando a ‘ambientalização’ do currículo de cursos de engenharia baseada na estrutura acadêmica e missão do Instituto Militar de Engenharia (IME).*

Palavras-chave: *Componente Ambiental nos Cursos de Engenharia; Desenvolvimento Sustentável; Meio Ambiente; Gestão Ambiental; Engenharia.*

1. A ‘QUESTÃO AMBIENTAL’ E IMPLICAÇÕES NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Vários eventos marcam o histórico da ‘questão ambiental’, entre outros: na década de 60 o Clube de Roma e seu relatório Limites do Crescimento; a I Conferência Mundial sobre Meio Ambiente Humano e Desenvolvimento em Estocolmo (promovida pela ONU em 1972); a edição do Relatório Brundtland da ONU - Nosso Futuro Comum em 1987, com definição e estratégias para o Desenvolvimento Sustentável; a II Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano no Rio de Janeiro (Brasil) em 1992, com o lançamento da Agenda 21, da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e das Convenções do Clima e Biodiversidade; e, recentemente, em 2002, a realização da Conferência RIO+10 na África do Sul. Em paralelo, de 1980 em diante, verifica-se o desenvolvimento de legislação ambiental gradativamente mais severa, impondo às não conformidades ambientais penalidades elevadas e condições rigorosas para o licenciamento ambiental de empreendimentos.

A estes eventos adicionam-se aqueles diretamente vinculados à globalização dos mercados. Os consumidores declaram a sua preferência por produtos e serviços (e seus processos produtivos) menos agressivos ao meio ambiente. Surgem os ‘selos verdes’, verdadeiros ‘diplomas de bom comportamento ambiental’ dos produtos, exemplos: Anjo Azul na Alemanha – 1977; Cisne Nórdico nos países escandinavos – 1989; Green Seal nos EUA – 1989; Rótulo Ecológico na Índia, Cingapura e Coréia - 1990. Com isso, a competitividade passa a considerar o estabelecimento de condicionalidades ambientais ou mesmo penalidades para os produtos. A Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável da Câmara de Comércio Internacional (1992) disciplina restrições comerciais e firma o comprometimento empresarial para a harmonização dos procedimentos. A Criação da Organização Mundial do Comércio – OMC – define a supervisão das relações consensuais globais e a fixação de condições para a criação de barreiras comerciais (inclusive da qualidade ambiental exigida como restrição de mercado).

Todos estes eventos foram motivados pelo reconhecimento da forte pressão sobre os meios de produção (energia, insumos naturais etc.) exercida pelo desenvolvimento contemporâneo da sociedade através do planeta, com suas altas taxas de crescimento (populacional, econômico e demanda social). Considerando as atividades humanas e os usos dos recursos que as sustentam, a estimativa do consumo energético *per capita* passou das ~ 2.000 calorias/dia, nos primórdios da humanidade, para as 20.000 calorias/dia a 200.000 calorias/dia, consumidas por habitantes de países desenvolvidos e pelos membros das classes médias e altas dos países em desenvolvimento. Estudos demográficos mostram que a humanidade que levou 2000 anos para atingir o seu primeiro bilhão de habitantes em 1830, agora acrescenta um novo bilhão a cada, aproximadamente, década ou pouco mais.

Qualquer sistema produtivo depende, direta ou indiretamente, dos recursos naturais. Sendo assim, respeitar os limites ambientais não é entrave para o desenvolvimento, mas, ao contrário, só haverá desenvolvimento se houver respeito a esses limites. Essa constatação levou à percepção de risco ambiental e de comprometimento das possibilidades de desenvolvimento das sociedades, incluindo a própria possibilidade de crescimento econômico e, por isso, à necessidade de implantar-se o uma ‘nova’ forma de desenvolvimento, i.e., o ‘desenvolvimento sustentável’.

No conceito usado no Relatório Nosso Futuro Comum da ONU (WCED - 1987): “*O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades*”. Significa o equilíbrio do crescimento econômico com a proteção ambiental. Isso envolve a implementação da prevenção à poluição, a redução do uso de substâncias tóxicas e do desperdício, e a desaceleração da destruição de recursos naturais.

A noção de ‘desenvolvimento sustentável’ é um marco para o entendimento do pensamento e do comportamento empresarial (e governamental) contemporâneo, materializado em três posturas distintas das organizações como resposta à ‘questão ambiental’, conforme exposto no Quadro 1.

As distintas posturas expostas no quadro podem ser vistas como fases históricas (evolução) do pensamento empresarial e, assim, a postura pró-ativa seria, hoje, padrão corrente de comportamento. Entretanto, no Brasil, muitos ainda negligenciam a questão. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (Abetre) as indústrias nacionais geram, aproximadamente, 3 milhões de toneladas anuais de resíduos perigosos (quase 10 mil toneladas por dia). Isto envolve, pelo menos, R\$5 bilhões por ano para tratar adequadamente o problema. Entretanto, apenas 22% dos resíduos são tratados de forma adequada, 78% são depositados nas próprias indústrias ou dispostos em lixões, clandestinos ou não; porque, muitas vezes, as empresas não querem arcar com os custos de uma destinação adequada, preferem repassá-lo a toda a sociedade. Este comportamento tem

alimentado cada vez mais a mídia de casos de impactos ambientais cujas penalizações envolvem altos valores pecuniários, interdições de atividades e processos criminais aos seus responsáveis.

Quadro 1. Posturas das organizações como resposta à ‘questão ambiental’.

POSTURAS	CONSEQUÊNCIAS POTENCIAIS
<p>Passiva ou Negligente Degradação ambiental é vista como normal e inerente à produção. Considera meio ambiente ‘coisa de ecologista’ que só serve à geração de custos. Não realiza investimentos para reduzir e controlar impactos.</p>	<p>Conflitos com partes interessadas. Multas e penalidades legais. Geração de passivos ambientais. Perda de competitividade: rejeição aos produtos e serviços; não atrai investidores, seguradores etc. Acusações de ‘dumping’ ambiental.</p>
<p>Reativa ou Preventiva Busca reduzir impactos ambientais adequando-se à legislação ambiental, à redução de custos (reciclagem, racionalização do uso de energia etc.) e à melhoria de imagem (apoio a programas institucionais, busca de imagem ‘ecologicamente correta’). Não possui sistema de gestão ambiental (SGA) e reluta em investimentos em controle ambiental.</p>	<p>Falhas no gerenciamento, potencialização de riscos de acidentes e geração de passivos ambientais com conseqüências econômicas e financeiras (multas, indenizações etc.). Precisa justificar-se com grande freqüência. Exposição aos concorrentes, menor competitividade, perda de mercado (exportação p.ex.).</p>
<p>Pró-ativa Meio ambiente é estratégia de negócio e fator de sucesso na gestão empresarial, assim como os programas da qualidade, de segurança e de custos. Cultura da organização é voltada para o ‘desenvolvimento sustentável’. Possui SGA integrado às suas demais funções corporativas. Gerencia riscos, identifica inadimplências legais e as corrige.</p>	<p>Racionalização dos investimentos ambientais: melhores resultados operacionais (reciclagem, conservação de matéria e energia); redução do risco com acidentes e geração de passivos ambientais, multas e penalidades; melhor relação com partes interessadas e órgãos fiscalizadores. Maior aceitação pelo mercado (credibilidade) e competitividade. Maior satisfação dos empregados. Atrai investidores e acionistas; facilita o acesso a financiamentos favorecidos.</p>

Muitas organizações respondem de maneira ‘reativa’, criando cargos específicos para gerentes e técnicos ambientais, desenvolvendo algum tipo de conformidade às regulamentações ambientais, para demonstrar suas boas intenções ao público, investidores e outros. Apesar disso, ainda tendem a focalizar as exigências ambientais legais de maneira isolada. Os profissionais são, normalmente, gerentes de crises e não planejadores pró-ativos, praticando uma política ambiental reativa, fragmentada e focalizada em ‘apagar incêndios’ em vez de evitar que ocorram em primeiro lugar.

No país, as empresas de grande porte são as que, geralmente, pensam e procuram praticar um comportamento pró-ativo. Estima-se que, no Brasil, as grandes empresas despendem, atualmente, em gestão ambiental cerca de 1% ou mais do seu faturamento global, anualmente; estima-se, ainda, que em alguns casos chega-se a despende até mais de 10% dos investimentos de capital em projetos ambientais.

Neste início de século o paradigma ‘desenvolvimento sustentável’ consolida-se como diretriz estratégica de governos e empresas. Esta opção, no Brasil, expande-se desde sua Constituição para praticamente todos os setores de atividades (Artigo 225 - Capítulo VI do Meio Ambiente). Entre outros: as políticas urbanas têm como diretriz o conceito de Cidade Sustentável enunciado no Estatuto da Cidade (Lei N 10.257/01); o Ministério dos Transportes incorpora o conceito de Transporte Sustentável da Agenda 21; o Ministério da Defesa preconiza uma Política de Defesa Nacional sustentável; a Política Nacional dos Recursos Hídricos preconiza a gestão integrada e sustentável de bacias hidrográficas.

A ‘questão ambiental’ transformou-se completamente em um ramo das atividades produtivas, exigindo sólida formação profissional para o seu exercício. O tema “profissão” associado à área ambiental está agora evoluindo para uma abordagem mais sistemática. Uma razão se deve às multas e sanções criminais por infrações (p.ex., Lei dos Crimes Ambientais – Lei 9.605/98 e Decreto 3.179/99), não somente da empresa mas, também, dos seus responsáveis. Outra razão se deve ao custo da proteção ambiental. À medida que as regulamentações ambientais se tornaram mais complexas, numerosas e rígidas - atingindo todas as fases do processo produtivo, i.e., do ‘ciclo de vida’ de empreendimentos, da sua concepção e planejamento até o monitoramento do seu desempenho e, mesmo, encerramento ou desmobilização - o custo da conformidade aos regulamentos se elevou, exigindo uma abordagem sistêmica para a sua racionalização e gerenciamento.

Uma razão complementar constitui-se na pressão de investidores e instituições financeiras que estão dando impulso a um melhor gerenciamento. Financiadores tornaram-se mais sensíveis às questões ambientais e as estão levando em consideração ao concederem empréstimos. Cada vez mais, os credores (nacionais e internacionais, privados e de fomento – BIRD, BID etc.) estão exigindo uma verificação de que empreendimentos (públicos e privados) não criarão problemas ambientais que depreciem o valor de seu investimento. Uma vantagem adicional ao atendimento às regulamentações ambientais é que elas estão sendo ampliadas para incluir incentivos de mercado: incentivos tributários, intercâmbios de emissões e outros mecanismos.

Se, por um lado, tudo isso tem exercido pressão sobre as empresas e governos para que gerenciem melhor suas responsabilidades ambientais (o que representa custos), por outro lado está-se reconhecendo cada vez mais oportunidades competitivas na proteção ambiental. De toda forma, seja devido às pressões e/ou à percepção de vantagens e incentivos, ou ainda, à simples conscientização do papel social de empreendimentos e negócios, são decorrentes os mecanismos como o da certificação ambiental e da responsabilidade social. Empresas e governos estão descobrindo o que tem sido demonstrado na área da qualidade: a alta qualidade não significa necessariamente altos custos, pelo menos a longo prazo. As práticas gerenciais que preservam o meio ambiente também podem melhorar os resultados financeiros. A gestão ambiental está sendo colocada a serviço da eficiência operacional. Do exposto infere-se que:

- a) o campo de trabalho atual e futuro para profissionais de conhecimento ‘ambientalizado’ é extremamente vasto no domínio das engenharias;
- b) a qualidade (incluída a ambiental) em um empreendimento é sistêmica e, portanto, tem de ser inserida em cada aspecto da atividade, desde o seu planejamento estratégico de viabilidade até a sua operação e, mesmo, desmobilização ou fechamento;
- c) nesta concepção sistêmica são necessários profissionais em engenharia, além de capacitados à realização de obras e processos, capazes de integrar-se nos procedimentos tanto de gestão global quanto de gestão da qualidade ambiental de empreendimentos;

d) o profissional desejado diferencia-se daquele formado pela 'Engenharia tradicional' no sentido de que é essencial em sua formação a percepção da íntima vinculação entre impactos socioeconômicos e ambientais, e de métodos para a sua abordagem.

2. ASPECTOS GERAIS E CONTEXTOS METODOLÓGICOS NA 'AMBIENTALIZAÇÃO' DAS ENGENHARIAS

O breve histórico da 'questão ambiental' apresentado neste artigo mostra tratar-se de uma área do conhecimento relativamente recente e em franca expansão. O ciclo de transformação de idéias seminais em ofício é rápido, e as instituições de ensino precisam estar atentas às novas demandas profissionais. Entretanto, existe uma grande diferença entre atender de maneira 'oportunistica' as demandas – tantas vezes voláteis - do mercado, e atender as da sociedade com uma formação que incorpore solidamente a evolução do conhecimento e da tecnologia e, no caso presente, da própria conscientização do profissional para a relevância social do seu trabalho.

A definição de 'desenvolvimento sustentável' encontra-se implícita na Constituição Brasileira sendo, portanto, um preceito constitucional a ser alcançado pelo desenvolvimento nacional. O paradigma a ser perseguido é o de tornar operacional (factível, real) esta exigência constitucional. Este paradigma pressupõe a melhoria contínua do processo de desenvolvimento, considerando alguns aspectos:

a) Primeiramente, é preciso ressaltar que o conceito de 'desenvolvimento sustentável' não é uma exclusividade ambiental. A noção de 'sustentabilidade' expressa diferentes dimensões relacionadas de forma orgânica/sistêmica. Tendo como referência os distintos aspectos/dimensões definidores de 'sustentabilidade' apresentados no documento Agenda 21 Brasileira, e os resultados de estudos realizados no âmbito da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (*apud* Morales e Bidone, 2003) :

- sustentabilidade ambiental; refere-se à manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas em face das interferências antrópicas;
- sustentabilidade social; tem como referência o desenvolvimento e como objeto a melhoria da qualidade de vida da população;
- sustentabilidade política; refere-se ao processo de construção da cidadania e à plena incorporação dos indivíduos ao processo de desenvolvimento;
- sustentabilidade econômica; implica uma gestão eficiente dos recursos em geral e na regularidade de fluxos do investimento público e privado;
- sustentabilidade demográfica; revela os limites da capacidade de suporte de determinado território e de sua base de recursos; implica cotejar os cenários ou tendências de crescimento econômico com as taxas demográficas;
- sustentabilidade cultural; relaciona-se com a capacidade de manter a diversidade de culturas, valores e práticas no país e/ou numa região, que compõem ao longo do tempo a identidade dos povos;
- sustentabilidade institucional; trata de criar e fortalecer 'engenharias' institucionais e/ou instituições que considerem critérios de sustentabilidade;
- sustentabilidade espacial; norteadas pela busca de maior equidade nas relações inter-regionais.

b) Um segundo aspecto diz respeito aos disponíveis 'contextos metodológicos', teóricos e práticos, os quais - por considerarem as diversas dimensões constituintes da noção de 'sustentabilidade' em todas as fases do 'ciclo de vida' de empreendimentos - permitem

processar a abordagem do conceito de ‘desenvolvimento sustentável’ e, conseqüentemente, são úteis na formação de profissionais aptos à sua operação.

- Uma abordagem embasada no contexto do que se convencionou chamar Economia Ambiental (Costanza, 1991) é fortemente desejável. As razões para isso podem ser encontradas nas relações entre Capital & Natureza. Visto que se o meio ambiente contribui para o processo produtivo, este deveria ser considerado como um fator de produção. O que Daly (1991) considera, respectivamente, tanto como fonte de insumos de “*low-entropy matter-energy*”, quanto como um depositário para efluentes/rejeitos/dejetos, de “*high-entropy matter-energy*”. Na prática isso significa que custos e benefícios ambientais devem ser incluídos nos ‘planos de contas’ ou contabilidades convencionais (p.ex., estudos de viabilidade técnica e econômica de projetos). Segundo Bidone et al., 2002: “*Pode-se pensar o empobrecimento dos recursos naturais como um desinvestimento e que, portanto, a degradação do meio ambiente – não compensada por medidas de controle/proteção ambiental - deveria ser descontada da produção como depreciação do capital natural*”. Neste contexto, insere-se a avaliação ambiental estratégica (AAE) associada a procedimentos de planejamento estratégico. Especificamente para empreendimentos públicos a AAE pode ser definida como: “*a systematic, on-going process for evaluating, at the earliest appropriate stage of publicly accountable decision-making, the environmental quality, and consequences, of alternative visions and development intentions incorporated in policy, planning or programme initiatives, ensuring full integration of relevant biophysical, economic, social and political considerations*”, Partidário (2001).

- Contextos de modelos de gestão fornecem formas estruturais sistêmicas, no caso Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) – e seus ‘associados’ SGSST (Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho) e Certificação de Responsabilidade Social -, para que uma organização (pública ou privada) administre de maneira pró-ativa as relações entre suas atividades e o meio ambiente que as abriga, atentando para as expectativas das partes interessadas (órgãos ambientais, clientes, consumidores, empregados, acionistas, comunidade em geral). Um enfoque assim embasado favorece ao atendimento do binômio ‘desenvolvimento e/com conservação’ explícito no conceito de ‘desenvolvimento sustentável’, bem como aos atributos éticos implícitos naquele conceito (p.ex., equidade inter e intra geracionais) e, ainda, ao atributo ‘eficiência econômica’: os custos (financeiros, econômicos e sociais) para reabilitar/recuperar a degradação ambiental (i.e., passivos ambientais) são de 10 a 50 vezes maiores do que os custos de prevenção (World Bank, 1992). São eloqüentes os custos dos programas de despoluição de rios (p.ex., Tietê, SP) e de sistemas costeiros (p.ex., Baía de Guanabara, RJ).

- Um outro contexto a ser considerado é o do desenvolvimento tecnológico. A questão é se, em termos práticos, a tecnologia está-se desenvolvendo de forma suficientemente rápida para resolver a degradação ambiental decorrente da produção. Muitos autores (*apud* Bidone e Lacerda, 2001) são céticos quanto ao ‘poder da tecnologia’. Realmente, quando se considera o espectro total de nossas atividades correntes é extremamente difícil de imaginar que uma tecnologia seja suficientemente “limpa” possa reduzir o uso do espaço de forma eficiente, deixar o solo intacto, não exaurir a energia e os recursos, e seja mais barata (ou, no mínimo, não mais cara) do que a tecnologia corrente. Por outro lado, muito tem sido feito em termos de desenvolvimento tecnológico capaz de compatibilizar processos produtivos com a proteção ambiental. Um terreno fértil para inovações desenvolvidas por profissionais de engenharia é, por exemplo, o desenvolvimento de ‘tecnologias limpas’, preconizadas nos MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo) da Agenda 21. Neste sentido, às diversas dimensões expressas na noção de ‘sustentabilidade’ pode-se acrescentar a ‘sustentabilidade tecnológica’. Refere-se ao conhecimento organizado que é útil para a produção de bens e

serviços, atendendo às demandas da sociedade em conformidade com a sustentabilidade ambiental.

c) Um terceiro aspecto a ter em mente é a necessidade de ‘diálogo’ entre o pragmatismo científico dos profissionais de engenharia e o enfoque qualitativo/interpretativo dos profissionais das ciências sociais. As diferentes dimensões de ‘sustentabilidade’ requerem abordagens multi e interdisciplinares, sobretudo na fase de concepção e planejamento de políticas, planos, programas e projetos, assim como, durante os procedimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos, e no monitoramento de desempenho socioeconômico e ambiental enfatizado em obras de infra-estrutura e outras. Pascal (*apud* Frias Filho, O., Folha de São Paulo 19/06/2003, pg. A2) já havia batizado os termos dessa dicotomia como ‘espírito de geometria’ e ‘espírito de fineza’, as duas ferramentas de todo o conhecimento. O ‘espírito de geometria’ consiste em medir, verificar por experimentação, identificar princípios constantes, construir máquinas, obras e processos produtivos. O ‘espírito de fineza’ trata do que não se pode medir: de qualidades, não de quantidades. Entretanto, as ciências sociais têm desenvolvido métodos quantitativos baseados, sobretudo, em modelos estatísticos capazes de fornecer indicadores socioeconômicos, cuja ligação com indicadores ambientais e de produção é um desafio atual, mas plenamente factível no contexto de estruturas metodológicas do tipo Pressão-Estado-Impacto-Resposta, atualmente em franca expansão na área ambiental. Os engenheiros precisam familiarizar-se com estas possibilidades.

3. ‘AMBIENTALIZAÇÃO’ DOS CURSOS DE ENGENHARIA: PROPOSTA DE CURRÍCULO AMBIENTAL MÍNIMO

Trata-se de uma proposição de currículo ambiental mínimo visando a ‘ambientalização’ de cursos de engenharia, enfatizando-se os cursos de graduação. Não é objeto aqui o currículo para curso específico de engenharia voltada ao meio ambiente. O texto a seguir tem por referência a estrutura dos cursos de engenharia no Instituto Militar de Engenharia (IME) mas, acreditam os autores, que possa ser útil para outras instituições de ensino, desde que resguardados o perfil histórico, a aptidão técnica e público alvo e a missão específica de cada instituição, assim como o seu planejamento estratégico.

O IME é pioneiro na formação de recursos humanos nas áreas onde a competência e o desempenho são considerados críticos nas diversas fases de desenvolvimento do Brasil. Nos últimos anos, o IME tem sido solicitado a cooperar intensamente com diversos órgãos da administração pública federal para questões que envolvem o meio ambiente. Isto tem mostrado ao corpo docente do Instituto a necessidade de tratar a temática ambiental, nos cursos de engenharia, de forma mais abrangente e sistemática.

Considerando que no caso do IME há a graduação de engenheiros que se destinam ao Exército, como oficiais engenheiros militares alocados em Organizações Militares em todo o país, e também engenheiros da reserva não remunerada cujo destino é o mercado de trabalho, espera-se que os resultados da pretendida ‘ambientalização’ serão multiplicados e disseminados por capilaridade para todas as regiões do país pelo trabalho prático e útil para a sociedade que estas Organizações Militares prestam envolvendo, na maioria das vezes, soluções de engenharia que desta forma receberão um valor ambiental agregado. Além disso, o IME, conscientizando e formando recursos humanos, poderá suprir o Exército Brasileiro de um núcleo capaz de operar a ‘questão ambiental’, facilitando a gestão ambiental na Força Terrestre visando a implantação de seus projetos específicos: novos aquartelamentos no contexto urbano, estradas, aeródromos, helipontos, portos fluviais principalmente na Amazônia, etc. Nesta última, a política de defesa do Brasil inclui em sua agenda uma política

de desenvolvimento sustentável da Amazônia, que por sua dimensão e importância, necessita de amplos, profundos, específicos e continuados estudos.

A questão ambiental está inserida no currículo dos cursos de engenharia do IME de forma generalista, superficial e pontual. A proposta, portanto, é mudar o atual tratamento dado a questão ambiental nos cursos de engenharia do IME partindo para uma abordagem sistêmica. Esta atende a uma demanda social - também do mercado profissional - e ao processo de reestruturação institucional conduzida pelo comando do IME. Esta reestruturação visa a evolução e tem como base os objetivos institucionais permanentes do IME tendo como básicas as seguintes premissas:

- não desestruturar;
- evoluir com foco no melhor atendimento do Exército e do País;
- perseguir a elevação dos padrões de qualidade;
- preservar o conhecimento disponível essencial;
- manter a sintonia com o ensino superior nacional;
- selecionar frentes de atuação e nelas concentrar recursos e esforços;
- incrementar intercâmbio com outras instituições de ensino superior (IES) e centros de pesquisas;
- implementar eventuais mudanças de forma gradativa.

a) Graduação - Na Graduação o sistema acadêmico de ensino do IME é o seriado semestral sendo que cada um constituído por 15 semanas úteis de aula e atividades acadêmicas. As semanas de provas, visitas técnicas e trabalhos práticos e em laboratórios complementam os 200 dias letivos preconizados pela LDB. Os dois primeiros anos constituem o Ciclo Básico, comum a todo o corpo discente, e os três últimos o Ciclo Profissional, específico para cada modalidade de engenharia. A proposta de inserção da componente ambiental nos cursos segue as premissas expostas acima, com ênfase nos princípios de melhoria contínua e de implantação gradual, a partir de um escopo aqui denominado de 'currículo ambiental mínimo'. Este está sintetizado no Quadro 2.

Os tópicos apresentados no referido quadro serão organizados em disciplinas com carga horária total de 30 horas que correspondem, dentro do semestre, a 2 aulas/semana. No Ciclo Profissional cada Departamento de Ensino fará na parte prática das disciplinas o direcionamento necessário para atender suas demandas específicas, usando estudos de casos e outros meios didáticos para este fim. A estrutura em módulos permite ampliação futura para mais disciplinas ou atividades acadêmicas específicas.

A proposta de 'currículo ambiental mínimo' de Graduação contempla um conteúdo que transfere para o futuro engenheiro a seqüência lógica que é a mesma de sua vida real futura, iniciando com uma parte bastante conceitual no que diz respeito à consciência ambiental em seu *lato sensu* e encerrando o Ciclo Básico com as informações essenciais sobre a estrutura e legislação ambiental do país.

No Ciclo Profissional o aluno se depara com metodologias e informações essenciais para o seu pleno desempenho profissional, com os módulos necessários para uma completa solução ambiental e uma postura de comprometimento técnico organizacional e social.

Além 'currículo ambiental mínimo' de Graduação existe, no caso do IME, a possibilidade de trabalhos em projetos reais de Meio Ambiente demandados pelas Organizações Militares de todo o país como é o caso dos Batalhões de Engenharia de Construção, que para executarem suas obras de engenharia rodoviária, por exemplo, necessitam das Licenças Ambientais que são obtidas através da elaboração de EIA/RIMAs dentre outros estudos e programas ambientais, os quais poderão ser elaborados pelos Escritórios Técnicos constituídos dentro de cada Departamento de Ensino, compreendendo a participação dos alunos e professores dos Departamentos na solução destas demandas. Esta atividade

assemelha-se com as empresas juniores das universidades civis, que facilita a transformação do conhecimento, gerado ou utilizado pela universidade, numa tecnologia aplicada como é o caso do Meio ambiente, aprimorando cada vez mais o processo de graduação do engenheiro, dentro do que poderia ser considerado como um Estágio Supervisionado, previsto na legislação do MEC.

Quadro 2. Currículo ambiental mínimo para a Graduação.

CICLO	ANO	MÓDULO	TÓPICO	TEMÁTICA BÁSICA
B Á S I C O	1º	Conscientização & Estímulo	Introdução à 'questão ambiental'	Histórico da 'questão ambiental'; 'Desenvolvimento sustentável'; Introdução aos contextos metodológicos para operação do paradigma 'desenvolvimento sustentável' Identificação da importância/ papel dos distintos ramos das engenharias.
	2º	Marco Institucional & Legal	Legislação Ambiental	Sistema Nacional de Meio Ambiente; Legislação Ambiental Básica e outras relevantes; Licenciamento Ambiental.
P R O F I S S I O N A L	3º	'Ambientalização' do 'Ciclo de Vida' de Empreendimentos	Viabilidade e sustentabilidade ambiental de empreendimentos	Caracterização do 'Ciclo de Vida' de Empreendimentos; Impactos ambientais e introdução à Modelagem Ambiental; Análise Custos-Benefícios; Elaboração de Estudos de Impactos Ambientais e correlatos (Projeto Básico Ambiental - PBA, Projeto de Controle Ambiental -PCA, etc).
	4º	Gestão Ambiental de Empreendimentos	Sistema de Gestão Ambiental (SGA)	Introdução a SGA; Certificação Ambiental e de Responsabilidade Social; Monitoramento da Qualidade Ambiental e Indicadores de Desempenho Ambiental.
	5º	Planejamento Estratégico & Inter-setorial	Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)	Avaliação ambiental na formulação de políticas, planos, programas e projetos de desenvolvimento; Meio ambiente e a Política de Defesa Nacional (contribuição das engenharias).

b) Pós-Graduação. Após estabelecida uma estrutura básica de conhecimento ambiental na Graduação e buscando consolidar uma proposta abrangente e de denso conteúdo, no caso da Pós-Graduação do IME é possível, dentro de cada um dos 8(oito) Programas *Stricto Sensu* do IME, uma área de concentração em meio ambiente. Para cada uma destas áreas de concentração poderão ser abertas tantas linhas de pesquisa quanto necessário para atender as especificidades, potencialidades e oportunidades de atendimento ao cliente preferencial (Exército Brasileiro) para cada Departamento de Ensino. As peculiaridades de cada área do

conhecimento dentro dos Departamentos gradativamente irão delinear a temática de cada caso.

Por outro lado há previsão de adoção de cursos *lato sensu* com carga horária aproximada de 360 horas para atendimento à especialização de novos engenheiros tanto na versão presencial como também e, principalmente, na plataforma de EAD (Ensino a Distância) cuja adoção poderá de forma contínua e com baixo custo fazer o treinamento dos engenheiros que estão nas frentes de serviço demandando as últimas e mais atualizadas soluções na área ambiental. O EAD seria com base numa plataforma usando a internet que facilita a atualização e participação daqueles engenheiros que estão em áreas distantes como é o caso dos Batalhões da Região Norte (Amazônia). A inserção da componente ambiental também terá uma forte aderência e afinidade com o programa Institucional, em fase de execução, intitulado CT-AMAZÔNIA que objetiva levar a Ciência e Tecnologia para a Amazônia, e com o futuro Centro de Excelência em Engenharia de Transportes, em fase de implementação, que terá forte relacionamento com este esforço de internalizar o Meio Ambiente no IME.

c) Extensão. ‘A questão ambiental’ também será contemplada na extensão universitária do IME através de algumas ações como por exemplo a Operação Ricardo Franco, cujo objetivo é levar, anualmente, os alunos do 5º ano de Graduação de todas as especialidades à Amazônia para resolverem problemas do cotidiano das comunidades locais, solucionando as demandas previamente apresentadas e planejadas através de um levantamento feito com apoio das Organizações Militares da região e contando com a participação expressiva de parceiros inter-institucionais. Vê-se que uma clara interface entre essa iniciativa, o CT-AMAZÔNIA e outras ações desenvolvidas pelo IME na área de ‘projetos sustentáveis’.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo discute o conceito de desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades, o que traduz o equilíbrio entre o crescimento econômico e a proteção ambiental. A noção de ‘desenvolvimento sustentável’ é um marco para o entendimento do pensamento e do comportamento empresarial contemporâneo. Neste contexto, a ‘questão ambiental’ transformou-se completamente em um ramo das atividades produtivas, exigindo sólida formação profissional para o seu exercício. Além disso, os investidores e instituições financeiras estão preocupados com o desenvolvimento sustentável como forma de um melhor gerenciamento. Financiadores tornaram-se mais sensíveis às questões ambientais e as estão levando em consideração ao concederem empréstimos. Cada vez mais, os credores estão exigindo uma verificação de que, empreendimentos não venham criar problemas ambientais que depreciem o valor de seu investimento. As práticas gerenciais que preservam o meio ambiente também podem melhorar os resultados financeiros das empresas e governos. A gestão ambiental está, atualmente, sendo colocada a serviço da eficiência operacional. O tema “profissão” associado a área ambiental está agora evoluindo para uma abordagem mais sistemática, o que demonstra que o campo de trabalho atual e futuro para profissionais de conhecimento ‘ambientalizado’ é extremamente vasto no domínio das engenharias. Nesta concepção sistêmica, são necessários profissionais em engenharia, que além de capacitados à realização de obras e processos, sejam capazes de integrar os procedimentos tanto de gestão global quanto de gestão da qualidade ambiental de empreendimentos. O profissional desejado diferencia-se daquele formado pela ‘Engenharia tradicional’ no sentido de que é essencial em sua formação a percepção da íntima vinculação entre impactos socioeconômicos e ambientais, e de métodos para a sua abordagem. Neste cenário o Instituto Militar de Engenharia, busca, uma vez mais, antecipar-se às futuras



pressões do governo e mercado propondo uma maior integração do ensino de engenharia com as questões ambientais. Trata-se de uma proposição de inclusão de um currículo ambiental mínimo visando a ‘ambientalização’ de cursos de engenharia. Os autores acreditam que essa reflexão sobre o tema possa ser útil para outras instituições de ensino, desde que resguardados seu perfil histórico, aptidão técnica, perfil de seus clientes e missão específica de cada instituição, assim como o seu planejamento estratégico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bidone, E.D. & Lacerda, L.D. (2001) A preliminary approach of the link between socio-economic and natural indicators into a driver-pressure-state-impact-response framework Case study: Guanabara Bay Basin, Rio de Janeiro, Brazil. LOICZ/IGBP Land Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ) Core Project of the International Geosphere Biosphere Project. Special Issue, Dez. 2001.

Bidone, E.D.; Maddock, J.E.L.; Castilhos, Z.C. (2002) A practical method to internalize environmental impacts into Cost-Benefit Analysis. *Environmental Practice* 4(1) p.31-35.

Costanza, R. (Ed.) (1991) *Ecological economics, the science and management of sustainability*. Columbia University Press, 515p.

Daly, H.E. (1991) Elements for environmental economics. In: Costanza, R. (Editor). *Ecological Economics*, Columbia University Press, pp. 32-46.

Morales, P.R.D. & Bidone, E.D. (2003) Sistema de Gestão Ambiental do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (SGA/DNIT) – Relatório Final, IME, 245p.

Partidário, M. R. (2001) From EIA to SEA, cap. 14, *in* Indovina, F. e Fregolent, L. (Eds), *Environmental sustainability*, Monographic issue, n. 71/72-2001, *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, Venezia

WCED – World Commission on Environment and Development (1987) *Our common future – The Brundtland Report*.

WORLD BANK (1992) *World development report: development and environment*. Oxford University Press, New York, 127p.