

ENSINO DE ENGENHARIA SANITÁRIA *

Prof. WALTER ENGRACIA DE OLIVEIRA**

INTRODUÇÃO

A engenharia sanitária, em decorrência das necessidades das comunidades, tradicionalmente se ocupava mais estreitamente com os problemas decorrentes do abastecimento de água potável e do sistema de disposição e tratamento de águas residuárias, ou dos dejetos humanos, bem como de algumas atividades relacionadas com o saneamento do meio em geral, como o controle de vetores, como o mosquito transmissor da malária. Esta necessidade de procurar uma solução para os problemas de águas de abastecimento e residuárias, que foi e ainda é um dos problemas graves, mormente nos países em fase de desenvolvimento, orientou a organização dos programas de ensino da engenharia sanitária com um enfoque acentuado nas matérias relacionadas às águas de abastecimento e residuárias.

Contudo, desde a segunda guerra mundial, e particularmente na década de 50, em decorrência do elevado crescimento da população urbana em geral, inclusive devido ao deslocamento da população rural para as áreas urbanas, e do desenvolvimento industrial, observado na maioria dos países, e acentuadamente em algumas regiões desses países, os engenheiros, que se ocupavam de problemas relacionados com a engenharia sanitária tradicional, começaram a sentir o aparecimento ou crescimento de uma série de outros problemas, como a poluição das águas por resíduos líquidos industriais, e a poluição do ar, devida às indústrias e aos veículos automotores. Houve, assim, necessidade de se promover a mudança dos programas tradicionais de ensino de engenharia sanitária, incluindo outras matérias, de modo a melhor preparar os engenheiros sanitários para enfrentar estes novos problemas.

Para exemplificar esta mudança de orientação, transcrevemos de Rich*** o seguinte:

"Tradicionalmente, el alcance de la ingeniería sanitaria había sido reducido al suministro de agua, alcantarillado, y en general al saneamiento del medio ambiente. Desde la segunda guerra mundial, sin embargo, esta profesión se ha ampliado hasta incluir mayores responsabilidades en el tratamiento de desperdicios industriales, saneamiento de ríos, contaminación de aire y radiactividad. Las instituciones académicas, en un esfuerzo por mantenerse al ritmo de los desarrollos de la postguerra, han añadido curso tras curso a sus carreras profesionales, cubriendo cada uno de ellos un nuevo campo de las actividades de la ingeniería sanitaria."

* Apresentado na Mesa-Redonda sobre "Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria", realizada em 8 de agosto de 1974, no XIV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária, promovido pela Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, entre 4 a 10 de agosto de 1974, na cidade do México.

** Diretor e Professor Catedrático de Saneamento do Meio, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Engenheiro Civil e Sanitarista. Ex-Secretário Geral da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária. Ex-Prof. Visitante da "West Virginia University", Morgantown, West Virginia, Estados Unidos. Ex-Prof. Visitante do Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Lisboa, Portugal.

*** Rich, Linvil G. — Operaciones Unitarias de Ingeniería Sanitaria, editado por John Wiley & Sons, Inc. New York, 1961. Traduzido para o espanhol pelo Eng.º Miguel M. Echeagaray, março de 1963. Prefácio, pág. 11.

Na década de 70, principalmente, o problema da poluição ambiental — água, ar e solo — passou a ser um dos aspectos fundamentais tendo em vista sua importância na saúde e no bem-estar do homem, bem como pela sua inter-relação com o desenvolvimento sócio-econômico. Grande atenção vem sendo dada, mormente nos países desenvolvidos, para a solução dos problemas oriundos da poluição ambiental — ar, água e solo — dos resíduos sólidos (lixo); da poluição acústica; da proteção da saúde do trabalhador, incluindo portanto a segurança no trabalho; da necessidade de reutilizar os resíduos, inclusive para conservar os recursos naturais, e vários outros. Os termos poluição, ecologia, qualidade do meio e vários outros, passaram a ser intensamente usados, não só nas publicações técnicas mas também na imprensa comum. Congressos, seminários, mesas-redondas e vários outros movimentos em âmbito local, estadual, nacional e internacional, passaram a realizar-se para provocar o estudo do problema e sua solução. Naturalmente, não só nas escolas que já vinham se ocupando do ensino da engenharia sanitária tradicional, mas também em outras houve a criação de novas disciplinas e cursos no sentido de preparar os técnicos que a nova situação exigia.

Assim, gradualmente, a engenharia sanitária tradicional passou a abordar um campo muito maior, ou seja, a engenharia ambiental.

Em muitas escolas e entidades o termo engenharia sanitária passou a ser substituído por engenharia ambiental, como na "American Society of Civil Engineers" que há pouco tempo mudou a sua "Sanitary Engineering Division" para "Environmental Engineering Division".

Para conceituarmos o que seja engenharia ambiental iremos nos apoiar em uma das recomendações gerais da "The Third National Conference on Environmental Engineering Education", realizada de 13 a 15 de agosto de 1973, na "Drexel University", Philadelphia, Pennsylvania, Estados Unidos, segundo Pipes*.

"1. Environmental engineering is that branch of engineering which is concerned with (a) the protection of human population from the effects of adverse environmental factors; (b) the protection of environments both local and global from the potentially de-

leterious effects of human activities; and (c) the improvement of environmental quality for man's health and well being."

Terminando estas considerações gerais nos parece bastante oportuno transcrever da Revista "Civil Engineering", da "American Society of Civil Engineers", September 1973, pág. 59, o seguinte trecho, que bem expõe uma mudança de mentalidade, importante para as condições de vida do homem:

"The value of a man or a nation used to be measured in dollars. That is still a relevant measure, but in addition, today people and societies are being judged on another scale. Call it the non-quantifiable or "quality of life" scale.

One aspect of the quality of life is the environment. This means pollution control, but also a person's social environment at work, the esthetic environment, a community's provisions for recreation, and energy conservation."

Assim, devemos formar engenheiros capazes de enfrentar todos os problemas de que se ocupa a engenharia ambiental, que é o ramo da engenharia que se ocupa de todos os fatores físicos que influem ou podem influir na qualidade do meio, e, portanto, na saúde e bem-estar do homem, e no desenvolvimento sócio-econômico das comunidades. Assim, o objetivo básico é manter ou atingir um nível de "qualidade de vida" que permita ao homem gozar de um estado de saúde e de bem-estar adequado, e, ao mesmo tempo, permita o desenvolvimento sócio-econômico da comunidade de uma forma harmônica.

O problema do preparo de engenheiros e técnicos em geral no campo da engenharia ambiental, como todo problema de formação de pessoal, não é fácil, comportando várias formas de orientação para resolvê-lo, oriundas muitas delas de condições regionais ou nacionais, que devem ser cuidadosamente consideradas. Há, contudo, alguns aspectos relacionados à formação de engenheiros no campo da engenharia ambiental que são relativamente semelhantes e devem ser amplamente discutidos, principalmente entre os que vêm se ocupando destas atividades, a fim de que possamos estabelecer pontos comuns que facilitem o intercâmbio de professores e técnicos, permitindo, ao mesmo tempo, uma melhor utilização das escolas existentes ou a serem criadas. Portanto, a iniciativa da Comissão Organizadora deste Congresso de incluir uma mesa-redonda sobre "Ensino de Engenharia Sanitária" nos pareceu muito oportuna; ponderamos que é o passo inicial para uma dis-

* * * * Pipes, Wesley O. — Recommendations for Environmental Engineering Education. *Journal of the Environmental Engineering Division, American Society of Civil Engineers*, Vol. 100 - N.º EE2, April, 1974, págs. 243/252.

cussão mais ampla do assunto, sob a coordenação, segundo nos parece, da Organização Panamericana da Saúde. Desejamos salientar que o presente trabalho deve ser encarado como um relatório preliminar para facilitar a discussão do problema do ensino de engenharia ambiental, embora o autor tenha procurado apresentar no mesmo, o resultado de sua experiência pessoal, bem como de outros. O assunto comporta discussões amplas, e deve ser bem debatido antes que cheguemos a uma solução comum, a ser por todos adotada, no tocante às normas para abertura e funcionamento de escolas ou cursos.

Objetivando, portanto, facilitar a discussão do problema do ensino da engenharia ambiental, dividiremos a questão em quatro tópicos principais:

- 1.º) Tipo de técnicos a preparar no campo da engenharia ambiental. (Qual a tendência de especialização em engenharia ambiental? Deve-se preparar um engenheiro generalista ou especialista em vários campos?)
- 2.º) Nível de preparação de técnicos em engenharia ambiental. (Particularmente, em nível de graduação, de especialização, para graduados em engenharia ou de pós-graduação.)
- 3.º) Currículo mínimo dos cursos relacionados à engenharia ambiental. (Disciplinas e duração.)
- 4.º) Atividades complementares no campo da engenharia ambiental. (Estudos, pesquisas e metodologia tecnológica.)

Iremos abordar cada um dos tópicos acima, em parte baseados em um trabalho sob o título "A Engenharia na Solução dos Problemas de Saúde Ambiental" que apresentamos no Simpósio sobre "Saúde Ambiental nas Américas" realizado de 3 a 4 de Julho de 1973, na cidade do México, como parte da "Reunión Continental sobre la Ciencia y el Hombre", organizada pelo "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología", do México, e pela "American Association for the Advancement of Sciences", dos Estados Unidos.

TIPO DE TÉCNICOS A PREPARAR PARA O CAMPO DA ENGENHARIA AMBIENTAL

Assinalamos inicialmente que os problemas da engenharia ambiental apresentam-se diferentemente em um país e outro, e, muitas vezes, dentro de um mesmo país. A título de exemplo, nos países em fase de desenvolvimento, entre os proble-

mas ainda graves estão os relativos à precariedade ou inexistência de sistema de abastecimento de água potável, ao passo que nos países desenvolvidos estão os devidos à poluição ambiental — água, ar e solo. Portanto, a preparação dos técnicos que irão se ocupar de atividades no campo da engenharia ambiental não pode ser a mesma em todas as escolas, devendo-se levar em conta as condições regionais ou nacionais; assim, muitas vezes uma determinada escola pode ter por missão preparar pessoal para diversos estados ou mesmo para vários países.

Reforçando o acima exposto, transcrevemos do relatório elaborado em agosto de 1970, pelos Professores Gustavo Rivas Mijares, José M. de Azevedo Netto e Warren J. Kaufman, sobre programas de pós-graduação em engenharia sanitária no Brasil, a pedido da Organização Panamericana da Saúde Organização Mundial da Saúde, o seguinte:

"O ponto principal é que devemos esperar diferenças nos programas educacionais nas várias regiões do hemisfério pois estes programas devem refletir os interesses e necessidades dos países a que se destinam."

Um ponto importante no tocante ao tipo de profissional a preparar, o nível de formação destes técnicos e o currículo dos programas, a nosso ver, repousa basicamente no levantamento das necessidades a serem atendidas, ou seja, dos problemas cuja solução devemos resolver; devemos assim preparar pessoal capaz de resolver os problemas oriundos do atendimento destas necessidades.

Do trabalho de nossa autoria, acima citado, transcrevemos o que se segue, que expõe os problemas de Engenharia Ambiental que devemos enfrentar, particularmente nas Américas:

"2 — PROBLEMAS DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SUA SOLUÇÃO

Diversos são os problemas a enfrentar, através da engenharia ambiental, devendo ser devidamente equacionada a solução mais adequada.

2.1. — Com o objetivo de procurar analisar os problemas que devemos enfrentar, no tocante à saúde ambiental nas Américas, e, particularmente no campo de maior atuação da engenharia ambiental, parece oportuno transcrevermos as metas previstas no "Plan Decenal de Salud para las Americas" a serem atingidas na Segunda Década das Na-

ções Unidas para o Desenvolvimento iniciada em 1.º de janeiro de 1971 e a terminar em 1980; este programa é o documento resultante da III Reunião Especial dos Ministros de Saúde das Américas, realizada de 2 a 9 de outubro de 1972, em Santiago, Chile, sob os auspícios da Organização Panamericana da Saúde — Organização Mundial da Saúde."

"PROGRAMAS DE SANEAMENTO DEL MEDIO

2.1. Servicios de agua y de disposición de excretas:

— Proveer de agua con conexiones domiciliarias al 80% de la población urbana o, como mínimo, abastecer a la mitad de la población sin servicio.

— Proveer de agua al 50% de la población rural o, como mínimo, abastecer a un 30% de la población sin servicio.

— Instalar alcantarillado para el 70% de la población urbana o, como mínimo, reducir en un 30% la proporción de la población sin dicho servicio.

— Instalar sistemas de alcantarillado y otros medios sanitarios de eliminación de excretas al 50% de la población rural o, como mínimo, reducir en un 30% el número de habitantes que no cuentan con ningún dispositivo adecuado.

2.2. Desechos sólidos:

— Establecer sistemas adecuados para la recolección, transporte, tratamiento y disposición de desechos sólidos en, por lo menos, el 70% de las ciudades de 20.000 o más habitantes.

2.3. Contaminación ambiental:

— Establecer políticas y ejecutar programas para controlar la contaminación del agua, el aire y el suelo, control del ruido, compatibles con el saneamiento ambiental básico y con el desarrollo industrial y la urbanización.

2.4. Desarrollos Regionales:

— Asegurar la participación activa y sistemática del sector salud en la formulación y ejecución de los planos de desarrollo regional, nacionales y multinacionales.

2.5. Salud ocupacional:

— Lograr la protección del 70% de los trabajadores expuestos a riesgos ocupacionales estimados o reconocidos, en países que ya cuentan con programas en pleno funcionamiento, y del 50% en países que aún no los han desarrollado suficientemente."

Nas recomendações sobre as áreas programáticas, também consideradas na referida reunião, assinalamos as seguintes:

"Contaminación del aire, agua y suelo

- 1) **Establecimiento de políticas nacionales y adopción de legislación básica para mejorar, conservar y controlar la calidad de los recursos de agua, aire y suelo.**
- 2) **Formulación y realización de programas para controlar la contaminación del agua en cuencas hidrográficas, aguas costeras y otros cuerpos de agua donde se justifiquen por causa del desarrollo industrial, la urbanización, o cuando otras consideraciones indiquen la necesidad de tales medidas.**
- 3) **Formulación de programas de control de contaminación atmosférica en zonas urbanas con más de 500.000 habitantes, y en otras ciudades en que la industrialización y otras consideraciones especiales justifiquen dichos controles.**
- 4) **Formulación y ejecución de programas para controlar la contaminación del suelo en zonas urbanas y rurales en las que el desarrollo, industrialización y uso de las tierras justifiquen dichos controles."**

A execução deste programa de atividades, entre outros requisitos, vai exigir a atuação de um número relativamente grande de engenheiros, de várias especialidades, e principalmente de engenheiros sanitaristas. Ao par da necessidade de contarmos com esses engenheiros, também precisamos contar com a colaboração de um número grande de outros profissionais, tais como arquitetos, biólogos, químicos, epidemiologistas, estatísticos, educadores em saúde pública, advogados, economistas, sociólogos, meteorologistas, especialistas em oceanografia, administradores etc., bem como de técnicos de nível médio, como inspetores de saneamento, operadores de estações de tratamento — água, esgotos, lixo etc. Cumpre destacar ainda o papel da engenharia ambiental nos programas de planejamento territorial exigindo o devido preparo dos engenheiros sanitaristas; por outro lado, os planejadores devem também receber um treinamento no tocante à solução dos problemas de saneamento ambiental.

No tocante às especialidades de engenharia, além de engenharia ambiental, temos necessidade de engenheiros químicos, mecânicos, eletricitistas, eletrônicos, indus-

trials, de produção etc. Cada qual, dentro de sua especialidade, contribuirá ponderavelmente para a solução global do problema. Assim, por exemplo, o engenheiro mecânico é de grande importância no estudo, projeto, instalação e manutenção de uma frota de veículos para a coleta do lixo; o engenheiro industrial é um elemento necessário para a equipe que vai tratar de problemas relacionados à poluição do ar ou à saúde ocupacional. Naturalmente, muitos destes engenheiros, no caso de não terem tido um curso de engenharia ambiental, deverão ser submetidos a um treinamento, através de cursos curtos e/ou de treinamento em serviço, para poderem exercer estas novas funções no campo da engenharia ambiental.

Para ter-se uma idéia da magnitude do problema que devemos enfrentar, no tocante ao problema dos recursos humanos necessários no campo da engenharia ambiental, citamos a seguir a meta a ser atingida nesta década, nos termos do citado "Plan Decenal de Salud para las Americas":
"Adientrar 3.200 profesionales en la década, en programas de post-gradó y a 30.000 profesionales y técnicos en cursos curtos de ingeniería sanitaria y otras ciencias del ambiente."

Em outras palavras, torna-se necessário, por exemplo, preparar cerca de 320 engenheiros por ano em nível de pós-graduação.

Por outro lado, devemos paralelamente intensificar a elaboração de estudos e pesquisas, no campo da engenharia ambiental, e cobrindo aspectos de interesse geral, particularmente dos relacionados às condições dos países ou regiões em fase de desenvolvimento. Não é somente um problema de recursos financeiros, mas de implantação de uma mentalidade diferente, mais objetiva.

Concluindo, devemos, assim, preparar os seguintes tipos de técnicos, no campo da engenharia ambiental, dependendo das condições regionais e nacionais.

a) **Engenheiro generalista**

É o engenheiro que vai atuar em áreas com problemas diversos de Saneamento do Meio, muitas vezes trabalhando isolado, com poucos auxiliares. É o caso típico do engenheiro que atua em áreas subdesenvolvidas.

b) **Engenheiro especializado em:**

1) **Saneamento básico**

É o engenheiro que exerce atividades no campo do abastecimento de água potável e dos sistemas de águas residuárias;

pode exercer atividades de projeto, construção, operação e manutenção de serviços de água e esgotos. Particularmente na América Latina é o engenheiro que ainda muito necessitamos, imediatamente e no futuro. É o engenheiro que atua em áreas em fase de desenvolvimento ou subdesenvolvidas.

2) **Poluição ambiental**

É o engenheiro que se ocupa particularmente de problemas relacionados com o controle da poluição ambiental — ar, água e solo. É o engenheiro que vai atuar particularmente em áreas desenvolvidas ou em fase de desenvolvimento.

3) **Saúde ocupacional**

É o engenheiro que exerce atividades relacionadas com os problemas do saneamento dos locais de trabalho em geral, e, particularmente, com os problemas da saúde do trabalhador e sua segurança. É o caso típico de engenheiro que atua em áreas desenvolvidas ou em fase de desenvolvimento.

c) **Engenheiros especializados em diversos campos da engenharia ambiental**

É o caso de engenheiros que atuam em determinadas atividades relacionadas com a engenharia ambiental, como engenheiros mecânicos especializados em problemas de transporte, e que atuam na construção ou operação de veículos de coleta e transporte de resíduos sólidos.

d) **Técnicos especializados em diversas atividades relacionadas à engenharia ambiental**

É o caso de meteorologistas especializados em problemas de controle da poluição do ar e de advogados especializados em direito relacionado à poluição ambiental,

e) **Técnicos de nível médio**

É o caso de técnicos e auxiliares de saneamento, como inspetores de saneamento, operadores de instalações de tratamento de água, de esgotos e de lixo.

NÍVEL DE PREPARAÇÃO DE TÉCNICOS EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Do trabalho de nossa autoria, já mencionado, transcrevemos o que se segue, que aborda o problema do nível de formação dos diversos técnicos que atuam na engenharia ambiental, ou em campos a ela relacionados:

2.2. — Solução do Problema

O equacionamento da solução dos problemas relacionados à engenharia ambiental baseia-se fundamentalmente no seguinte:

- avaliação de recursos humanos necessários e seu preparo;
- realização de estudos e pesquisas;
- desenvolvimento de metodologia tecnológica;
- estabelecimento de meios administrativos, legais e financeiros.

2.2.1 — Avaliação de recursos humanos e seu preparo

Inicialmente devem ser avaliados os recursos humanos necessários para desenvolver os programas no campo de engenharia ambiental, para examinar-se como solucionar o problema do seu preparo; muitas vezes será mais conveniente recorrer-se a escolas localizadas em outros países quando não se justifica a criação de uma escola no país, para atender a poucos alunos, pelo menos na fase inicial, sem considerar o problema da falta de docentes para atender às necessidades da escola. Exemplo significativo é oferecido pelos países da América Central que se uniram criando a "Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria", localizada na cidade de Guatemala, e que prepara engenheiros sanitarietas particularmente para esses países.

Assinalamos a seguir os diversos aspectos relacionados ao preparo de engenheiros e outros técnicos, particularmente levando-se em conta as necessidades a serem atendidas na presente década; é um problema relativamente complexo, que está exigindo, a nosso ver, a realização de mais reuniões, com o concurso de especialistas diversos, para discussão de problema. Acreditamos que esta seria uma atuação a ser incrementada por uma entidade como a Organização Panamericana da Saúde. O que a seguir apresentamos expõe, segundo ponderamos, algumas idéias sobre o assunto, para orientar o início das discussões em torno do problema. Estas reuniões poderiam ser em nível nacional, em países como o Brasil, dada a extensão de seu território, ou então reunindo vários países, com problemas e grau de desenvolvimento semelhantes.

Na preparação de engenheiros e outros técnicos deve ser levado em consideração o número de profissionais necessários, e as possibilidades em prepará-los para atender as necessidades da presente década, considerando, ao mesmo tempo, as peculiaridades de cada país ou região, no tocante à

formação de pessoal. Outro problema a ser devidamente considerado é o relativo ao corpo docente necessário, conforme já mencionamos, composto de professores e técnicos diversos; em certos casos pode ser um dos obstáculos sérios num programa de formação de pessoal, exigindo cuidadosa programação, havendo casos de conveniência e mesmo necessidade de se recorrer a outras instituições, no país ou no estrangeiro, conforme já assinalamos.

Analisemos a seguir as diversas modalidades a serem empregadas no preparo de pessoal.

a) Cursos regulares de engenharia ambiental:

- 1) — Cursos em nível de graduação, dependendo de condições locais, conforme já mencionamos, nos cursos de formação de engenheiros, podemos preparar engenheiros civis com opção em saneamento básico ou engenheiros sanitarietas; nos países em fase de desenvolvimento estes engenheiros seriam preparados com ênfase em problemas de água de abastecimento e residuárias.
- 2) — Cursos de engenharia ambiental para engenheiros: também dependendo de condições locais podemos preparar engenheiros sanitarietas ou engenheiros de saúde pública, em cursos com a duração da ordem de um ano, dedicados a engenheiros já graduados.

Estes cursos poderiam ser estruturados de maneira a formar três modalidades de engenheiros, de acordo com os seguintes campos: 1) Saneamento básico: relacionado aos problemas dos sistemas de abastecimento de água potável e de águas residuárias; 2) Saneamento ambiental: relacionado com os problemas do saneamento do meio em geral; 3) Saúde ocupacional: relacionado principalmente com os problemas de saneamento dos locais de trabalho em geral; em certas circunstâncias estes dois últimos cursos poderiam ser fundidos em um só. Estes cursos seriam destinados basicamente a engenheiros que não tivessem interesse em programas de mestrado ou doutorado, embora muitas das disciplinas seguidas pudessem contar créditos para esses programas, bem como para engenheiros cuja formação não fosse suficiente para seguirem um programa em nível de pós-graduação. Ponderamos que esta modalidade de formação de engenheiros, particularmente na América Latina, ainda continuará a ser, durante alguns anos, bastante

interessante para enfrentar os problemas que ocorrem nessa área.

3) Cursos de nível de pós-graduação — mestrado e doutorado

Ponderamos que estes cursos, que visam a formação de mestres e doutores, são de grande importância para a formação de profissionais mais qualificados, particularmente dos que vão se dedicar à carreira docente, onde, aliás, deveriam ser exigidos, a exemplo do que ocorre no Brasil. Poderiam, também, ser consideradas três áreas de atividades, conforme acima exposto.

b) Cursos de especialização

Ponderamos ser bastante conveniente a intensificação de cursos de especialização em determinados campos da engenharia ambiental ou das ciências relacionadas ao ambiente; muitos destes cursos poderiam, inclusive, ser ministrados por correspondência, a exemplo do que tem feito a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, no campo dos sistemas de abastecimento de água e de esgotos. Estes cursos de especialização poderiam ser ministrados nas seguintes modalidades:

1) Cursos de especialização para engenheiros sanitaristas

Tendo em vista a formação básica dos engenheiros sanitaristas poderiam ser organizados cursos de especialização em determinadas áreas, como, por exemplo, em lixo e limpeza pública, em combate a vetores etc. Naturalmente, tendo em vista situações locais, muitos destes cursos, com algumas modificações, poderiam ser ministrados a engenheiros em geral, conforme abordamos a seguir.

2) Cursos de especialização para engenheiros em geral:

Conforme as condições e necessidades locais de preparo de engenheiros especializados em determinados campos, em prazo relativamente curto, deveriam ser oferecidos cursos de especialização a engenheiros em geral; a título de exemplo mencionamos o curso de engenheiro em segurança do trabalho, que está sendo ministrado na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, desde abril deste ano, e com o qual se pretende preparar, até fins do ano próximo, 200 engenheiros especializados neste campo, e dos quais o país necessita em grande número.

3) Cursos de especialização para outros técnicos

Há necessidade de preparo de técnicos especializados em campos diversos, a fim de colaborar com maior eficiência em programas de engenharia ambiental. A título de exemplo citamos a necessidade de um curso em direito aplicado a problemas de poluição ambiental, bem como de curso de meteorologia aplicada a problemas de poluição do ar, e de psicologia aplicada ao trabalho.

c) Cursos curtos de introdução ou atualização

Estes cursos, que também são de grande importância, visam a introdução de conhecimentos em determinados problemas, para técnicos diversos, bem como podem objetivar a atualização de técnicos em certos problemas. Podem ser de várias modalidades:

1) Cursos curtos para engenheiros sanitaristas

Muitas vezes o profissional que trabalha em um determinado campo, ou por estar isolado em um centro menor, ou por estar absorvido com o trabalho cotidiano, não tem condições para manter-se atualizado; por exemplo, para um engenheiro que trabalha em uma estação de tratamento de água, seria útil seguir um curso curto sobre técnicas modernas de tratamento de água; em prazo curto, de uma ou duas semanas, poderia tomar conhecimento das últimas novidades sobre o assunto. Do mesmo modo, em certos casos, seria conveniente para este mesmo engenheiro atender um curso de introdução a métodos de gerência de empresas.

2) Cursos curtos para engenheiros em geral

Em certos casos seria útil para um engenheiro que trabalha na indústria de alimentos frequentar um curso de introdução a problemas dos resíduos sólidos — lixo.

3) Cursos curtos para outros técnicos

Ponderamos ser conveniente e mesmo necessário que sejam oferecidos cursos aos diversos profissionais que trabalham em problemas relacionados a engenharia ambiental, com o objetivo de receberem informações gerais sobre determinado assunto ligado às atividades que exercem, ou então que frequentem cursos de atualização dentro de suas especialidades. Assim, por exemplo, para um advogado que trabalha

em um organismo que trata do combate à poluição das águas, seria útil um curso de introdução ao problema da poluição das águas; por outro lado, um curso sobre empréstimos internacionais poderá ser útil para um economista de uma empresa de água e esgotos."

Em conclusão, considerando o exposto e tendo em vista os tipos de técnicos a preparar no campo da engenharia ambiental, conforme exposto na conclusão do item anterior, o nível de preparação dos mesmos deveria ser:

Tipo de profissional relacionado com a engenharia ambiental	Graduação	NÍVEL DE PREPARAÇÃO		Diversos
		Especialização (p/ Graduados)	Pós-Graduação (Mestrado/Doutorado)	
Engenheiro Generalista		*	*	
Engenheiro Especializado em:				
1) Saneamento Básico	*	*	*	
2) Poluição Ambiental		*	*	
3) Saúde Ocupacional		*	*	
Engenheiros especializados em diversos campos da engenharia ambiental		*	*	Cursos curtos ou treinamento em serviço
Técnicos especializados em diversas atividades relacionadas a Eng. Ambiental		*	*	Cursos curtos ou treinamento em serviço
Técnicos de nível médio				Cursos especializados e cursos curtos

NOTA: A indicação do nível de preparação em mais de uma coluna significa que ambas as formas são aceitáveis, dependendo do tipo de curso ministrado, sua profundidade, inclusive no tocante ao enfoque das matérias abordadas e/ou duração.

CURRÍCULOS MÍNIMOS DOS CURSOS RELACIONADOS A ENGENHARIA AMBIENTAL

O estabelecimento dos currículos mínimos dos cursos relacionados a engenharia ambiental fixando as disciplinas, matérias e duração, não é tarefa fácil, e deve ser amplamente discutida por especialistas no assunto, levando em conta as condições locais, regionais e nacionais; outro aspecto a considerar no estabelecimento dos currículos mínimos é a dosagem em que as matérias são ministradas, que pode e deve também diferir, de um curso para outro.

Contudo, para permitir a discussão, apresentamos em anexo, a título de exemplo, um estudo preliminar dos currículos mínimos para cada um dos cursos relacionados a engenharia ambiental, abordados no item anterior sobre tipo de técnicos a preparar no campo da engenharia ambiental, conforme exposto na conclusão desse item. Assim, a finalidade do anexo estudo preliminar dos currículos mínimos é facilitar a discussão do problema, de forma a podermos chegar a um ponto de vista comum, no tocante à formação de técnicos em engenharia ambiental.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES NO CAMPO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

Assinalamos particularmente as atividades relativas aos estudos e pesquisas, bem como à metodologia tecnológica. Do já citado trabalho de nossa autoria transcrevemos o seguinte:

"2.2.2 — Realização de estudos e pesquisas

Torna-se necessário incrementar a realização de estudos e pesquisas. Ponderamos contudo que os estudos e pesquisas a serem realizados devem ser voltados para aspectos práticos de aplicação regional, particularmente no tocante aos países em fase de desenvolvimento; estes países devem seguir, com a devida atenção, o que vem sendo realizado nos países desenvolvidos, e, através de programas de intercâmbio de informações que deve ser incrementado, aproveitar-se do resultado destas pesquisas, procurando aplicá-las, dentro do possível e conveniente, às condições locais. A título de exemplo citamos, entre outras, pesquisas de aplicação de lagoas de oxidação para tratamento de esgotos; pesquisas de utilização

de filtros lentos para tratamento de água; e preparação de composto a partir do lixo, por meio de processos mais simples, sem emprego de muito equipamento.

2.2.3 — Desenvolvimento de metodologia tecnológica

Particularmente os países em fase de desenvolvimento devem procurar desenvolver metodologia tecnológica adequada, empregando processos e normas adaptados às condições locais, sem excesso de automatismo, de operação e manutenção mais difíceis. Assim, por exemplo, as estações de tratamento de água devem ser projetadas e construídas utilizando equipamentos fabricados no país, dentro do possível. Devem ser evitados equipamentos cuja obtenção de peças sobressalentes seja difícil. Assim, a utilização de tratores muito especializados para execução de aterros sanitários não é aconselhável, pois poderão haver dificuldades na obtenção de peças normalmente gastas na operação e, se no país somente existir uns poucos tratores, dificilmente os importadores dos mesmos estarão capacitados para fornecerem, em tempo curto, as peças que se desgastarem."

Estas atividades complementam o ensino, particularmente no nível de pós-graduação.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Concluindo, somos de parecer que a Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, com a colaboração da Organização Panamericana da Saúde — Organização Mundial da Saúde, deveria constituir uma Comissão Permanente de Ensino de Engenharia Ambiental, com a finalidade, através do levantamento da situação atual, de consultas e de reuniões entre especialistas em engenharia ambiental e em metodologia de educação, elaborar as normas para abertura e funcionamento de escolas ou cursos de engenharia ambiental, estabelecendo os currículos mínimos — disciplinas, matérias e duração, e incluindo os pré-requisitos, de acordo com os diversos técnicos a preparar no campo da Engenharia ambiental.

ANEXO

EXEMPLO DOS CURRÍCULOS MÍNIMOS DOS CURSOS RELACIONADOS A ENGENHARIA AMBIENTAL

O estudo preliminar dos currículos que apresentamos, a título de exemplo, foi elaborado tendo em vista nossa experiência pessoal, discussões sobre o assunto e o exposto nos seguintes documentos: (1) Relatório dos Professores Gustavo Rivas Mijares, José M. de Azevedo Netto e Warren J. Kaufman, já citado. (2) Relatório sobre os cursos relacionados com a engenharia sanitária na Universidade de São Paulo, elaborado em 21-6-1971, pelos Profs. José Augusto Martins, da Escola Politécnica, José Martiniano de Azevedo Netto, da Escola de Engenharia de São Carlos e Walter Engracia de Oliveira, da Faculdade de Saúde Pública. (3) Conclusões e Recomendações do VIII Seminário de Docentes de Engenharia Sanitária, Saneamento e Matérias Correlatas, realizado no Rio de Janeiro, de 3 a 6 de Setembro de 1973, e promovido pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária — ABES, e pelo Instituto Presidente Castello Branco, sob o patrocínio do Banco Nacional da Habitação — BNH, através do Convênio BNH/ABES; estas conclusões e recomendações foram publicadas na Revista "Engenharia Sanitária", Órgão oficial de divulgação da ABES, V. 12 — n.º 3:396 - 302, jul.-set., 1973. (4) Sugestões aprovadas na Reunião, realizada em novembro de 1973, em Brasília, para o "Estudo dos Cursos de Engenharia Sanitária", promovida pelo Ministério da Educação e Cultura; estas sugestões foram publicadas na citada Revista "Engenharia Sanitária", Rio de Janeiro, V. 12 — n.º 4:385-387, out.-dez., 1973.

No estudo preliminar dos currículos mínimos que apresentamos como exemplo, no tocante a duração das disciplinas, indicamos o número total de horas, teóricas e práticas (incluindo, quando couber, projeto, laboratório e visitas); assinalamos que, para efeito de estabelecimento de créditos, o número de aulas teóricas pode ser separado das aulas práticas. Com relação ao número de horas de estudo ou trabalho do aluno, podemos, de uma maneira geral, estabelecer que a cada hora de aula teórica ou prática devem corresponder três horas de estudo ou trabalho individual do aluno.

Passemos a seguir a apresentar os exemplos dos currículos mínimos dos cursos relacionados à engenharia ambiental,

de acordo com o nível em que seria ministrado, e tendo em vista os tipos de cursos normalmente encontrados nas escolas de Engenharia e/ou de Saúde Pública; relembramos que a finalidade de apresentação destes exemplos de currículos mínimos é facilitar a discussão da solução do problema.

1) Nível de Graduação

1.1. Cursos de Engenharia Civil

a) Características

Programas ministrados de uma forma geral, sem opções para os diversos ramos da Engenharia Civil.

b) Profissional Preparado

Engenheiro Civil

c) Currículo

Pré-Requisito

Hidráulica (ou Mecânica dos Fluidos)

Requisitos Mínimos:

Hidrologia	30 horas
Saneamento do Meio:	
— Fundamentos de Saneamento do Meio	30
— Sistemas de Abastecimento de água	72
— Sistemas de Esgotos (incluindo controle da Poluição das águas)	60.....162

Total192 horas

OBSERVAÇÕES:

1) A matéria relativa a "Instalações prediais hidráulico-sanitárias" pode ser incluída na disciplina "Construções de Edifícios".

2) As matérias relativas a abastecimento de água potável e disposição de dejetos ou de águas residuárias no meio rural devem ser incluídas na disciplina "Saneamento do Meio"

1.2. Cursos de Engenharia Civil com Opção em Saneamento Básico

a) Características

Programas ministrados dando um enfoque maior em todas disciplinas relacionadas particularmente aos problemas de abastecimento de água e de sistemas de esgoto.

b) Profissional Preparado

Engenheiro Civil — opção Saneamento Básico.

c) Currículo

Pré-Requisito:

Hidráulica (ou Mecânica dos Fluidos)

Requisitos Mínimos

Hidrologia	48 horas
Saneamento do Meio em Geral	60 horas
Fundamentos de Química Sanitária	48 horas
Fundamentos de Biologia Sanitária (incluindo noções de Estatística Vital, Epidemiologia, Bacteriologia e Parasitologia)	60 horas
Sistemas de Abastecimento de Água	60 horas
Tratamento de Água de Abastecimento	48 horas
Sistemas de Esgotos (sanitários e pluviais)	60 horas
Tratamento de Águas Residuárias	60 horas
Fundamentos do controle da Poluição das Águas	36 horas
Organização e Administração de Serviços de Água e Esgotos	48 horas
Instalações prediais hidráulico-sanitárias	<u>30 horas</u>
Total	558 horas

OBSERVAÇÕES:

1) As matérias relativas a abastecimento de água potável e disposição de dejetos ou de águas residuárias no meio rural devem estar incluídas nas disciplinas relacionadas a águas de abastecimento e residuárias.

2) Cursos de Especialização (para graduados) em Engenharia Ambiental

a) Características:

Programa organizado de forma a preparar engenheiros no campo da Engenharia Ambiental, e destinado a engenheiros já graduados, desde que tenham cursado as disciplinas pré-requisitos mencionadas abaixo na alínea c.

b) Profissional Preparado

Engenheiro do ambiente (equivalente no Brasil, aproximadamente, ao atual engenheiro sanitário ou engenheiro de Saúde Pública)

c) Currículo

Pré-Requisitos:

Hidráulica ou Mecânica dos Fluidos
Saneamento do Meio ou Química Analítica (ou equivalentes)

Requisitos Mínimos: — (Ver quadro Anexo).

**CURSOS DE ESPECIALIZAÇÃO (PARA GRADUADOS)
EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

REQUISITOS MÍNIMOS

DISCIPLINA	PROFISSIONAL			PREPARADO		
	Nº DE HORAS	COM CRÉDITO P/ PÓS-GRADUAÇÃO	ENG.º DO AMBIENTE (GENERALISTA)	ENG.º DO AMBIENTE-OPÇÃO SANEAMENTO BÁSICO	ENG.º DO AMBIENTE-OPÇÃO POLUIÇÃO AMBIENTAL	ENG.º DO AMBIENTE-OPÇÃO SAÚDE OCUPACIONAL
Administração Sanitária	36	—	36	—	—	—
Fundamentos Sociais e Culturais da Saúde Pública	24	—	24	—	—	—
Estatística Aplicada a Engenharia Ambiental	36	—	36	36	36	36
Epidemiologia Aplicada	24	—	24	24	24	24
Educação em Saúde Pública	12	—	12	12	12	12
Fundamentos de Saúde Ocupacional	12	—	12	12	12	—
Saúde Ocupacional (incluindo Segurança do Trabalho)	180	X	—	—	—	180
Microbiologia Aplicada	24	—	24	24	24	24
Bacteriologia Aplicada	24	—	24	24	24	24
Fundamentos de Biologia Sanitária	36	—	36	36	—	36
Biologia Sanitária	66	X	—	—	66	—
Fundamentos de Química Sanitária	36	—	36	36	—	36
Química Sanitária	72	X	—	—	72	72
Saneamento do Meio e Planejamento Territorial	96	X	96	96	96	96
Fundamentos do Controle da Poluição do Ar	72	X	72	72	72	—
Controle da Poluição do Ar	36	—	36	—	—	36
Fundamentos do Controle da Poluição das Águas	108	X	—	—	108	—
Controle da Poluição das Águas	36	—	36	36	—	36
Fundamentos do Controle da Poluição do Solo	108	X	—	—	108	—
Controle da Poluição do Solo	12	—	12	—	—	—
Resíduos Sólidos e Limpeza Pública	24	X	—	—	24	—
Sistemas de Águas e Esgotos	48	X	48	—	48	—
Tratamento de Águas de Abastecimento	60	—	60	—	—	—
Tratamento de Águas Residuárias	24	—	24	—	—	—
Operações Unitárias Aplicadas a Engenharia Ambiental	30	—	30	—	30	—
Sistemas de Abastecimento de Água	36	X	36	36	—	—
Tratamento de Águas de Abast.	60	X	—	60	—	—
Sist. de Esgotos (Sanitários e Pluviais)	48	X	—	48	—	—
Trat. de Águas Residuárias	60	X	—	60	—	—
Org. e Administ. de Serviços de Águas e Esgotos	48	X	—	48	—	—
Inst. Prediais Hidráulico-Sanitárias	30	X	—	30	—	—
Planejamento dos Recursos Hídricos	36	X	—	36	36	—
Toxicologia Industrial	36	X	—	—	—	36
TOTAL			714	766	792	

OBSERVAÇÕES:

- 1) No curso de Engenharia do Ambiente — opção Poluição Ambiental o programa pode ser reformulado, dando-se maior ênfase a um determinado aspecto da Poluição, ou então incluindo outras matérias no campo da Saúde Ocupacional
- 2) A disciplina "Análise de Sistemas Aplicada a Engenharia Ambiental", bem como outras disciplinas dependendo das condições locais e regionais, podem ser incluídas nos programas dos cursos em geral
- 3) Na coluna "Com Crédito para Pós-Graduação" o "X" significa que conta crédito