



COMPONENTE CURRICULAR

CÓDIGO		NOME	
ENG D22		Qualidade do Solo I	

CARGA HORÁRIA				MÓDULO			SEMESTRE VIGENTE
T	P	E	TOTAL	T	P	E	
34	34		68h				2008

EMENTA

Estudo dos parâmetros físicos e químicos relacionados à qualidade do meio poroso, entendido como um meio trifásico (sólido, líquido, gás). Análise dos principais impactos sobre este ecossistema. Legislação pertinente à proteção da qualidade do solo e aquífero. Padrões de qualidade para solos e água subterrânea. Procedimentos de controle e remediação de solos e aquíferos degradados. Conceitos básicos de toxicologia e análise de risco ambiental.

OBJETIVOS

Esta disciplina tem como objetivo apresentar aos alunos as principais características do solo, os fenômenos que nele ocorrem, e as principais questões relacionadas à alteração da qualidade do mesmo. Vai discorrer sobre a composição dos resíduos perigosos e as características físicas dos fluidos importantes para o comportamento no sistema fluido/solo, bem como as interações dos fluidos com o solo. Vai discutir os principais impactos ambientais dos contaminantes sobre os solos e aquíferos. Vai apresentar a legislação pertinente à proteção deste ecossistema e os padrões de qualidade estabelecidos. Vai discutir alguns métodos de controle e remediação de áreas degradadas do solo, bem como critérios de descontaminação baseados em análise de risco ambiental. Assim sendo, o curso visa contribuir para o desenvolvimento de habilidades para a compreensão e solução de problemas relacionados com a poluição deste ecossistema. **PRÉ-REQUISITO: ENG 106 - Mecânica dos Solos**

METODOLOGIA

Serão ministradas aulas num total de 68 horas, sendo 34 horas para assuntos teóricos e 34 horas para aulas práticas. As aulas teóricas serão expositivas com uso de material áudio visual (retroprojeto, datashow), além de seminários. As aulas práticas serão para a resolução de exercícios e problemas, para atividades em laboratório, e para visitas a campo.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

1. Solo e suas Características Físicas e Químicas.
 - 1.1. Conceito, constituintes do solo, formação e horizontes do solo;
 - 1.2. Propriedades físicas do solo: textura, densidade real e aparente (seca e úmida), porosidade, razão de vazios, estrutura, cor; razões de massa e volume dos constituintes do solo;
 - 1.3. Classificação textural dos solos; granulometria e classes de solos;
 - 1.4. Constituintes do solo: argilominerais, matéria orgânica do solo;
 - 1.5. Natureza e comportamento das argilas: superfície específica, capacidade de troca catiônica;
 - 1.6. Natureza e comportamento da matéria orgânica do solo;
 - 1.7. Classificação pedológica dos solos.
2. Composição dos Resíduos Perigosos.
 - 2.1. Fase sólida: tamanho da partícula, porosidade, substâncias adsorvidas;
 - 2.2. Fases líquida e gasosa;
 - 2.3. Composição química: especiação, estado iônico, compostos, complexos, traços metálicos, químicos orgânicos,
 - 2.4. Composição bacteriológica;
 - 2.5. Composição do lixiviado; classificação de periculosidade, classificação e toxicidade do lixiviado.
3. Características Físicas dos Fluidos Importantes para o Sistema Fluido/Solo.
 - 3.1. Densidade; viscosidade; mobilidade;

- 3.2. Estrutura molecular dos líquidos polar e apolar; polaridade e constante dielétrica;
- 3.3. Tensão superficial e interfacial; molhabilidade e ângulo de contato nas superfícies sólidas;
- 3.4. Solubilidade; pressão osmótica;
- 3.5. Pressão de vapor; constante de Henry;
- 3.6. Coeficiente de partição Octanol-Água (K_{ow});
- 3.7. Coeficiente de partição Carbono Orgânico-Água (K_{oc}).
4. Principais Interações Fluido/Solo.
 - 4.1. Teor de umidade do solo; parâmetros para avaliar a umidade;
 - 4.2. Energia e potencial da água no solo; Condutividade hidráulica;
 - 4.3. Curvatura da superfície dos fluidos; pressão capilar; equação fundamental da capilaridade;
 - 4.4. Fenômeno de avanço e recuo da frente líquida; histerese;
 - 4.5. Fenômeno de retenção dos fluidos no meio poroso;
 - 4.6. Efeito da matéria orgânica sobre o transporte; fator de retardamento;
 - 4.7. Coeficiente de partição dos compostos orgânicos, solo-água (K_d).
5. Fluidos no Meio Poroso Saturado.
 - 5.1. Ocorrência da água subterrânea: o ciclo hidrológico;
 - 5.2. Aquíferos, geologia dos aquíferos; tipos de aquíferos;
 - 5.3. Características física dos aquíferos: porosidade, fornecimento específico, retenção específica; carga e gradiente hidráulico; condutividade hidráulica;
 - 5.4. Lei de Darcy, velocidade da água subterrânea; efeitos do bombeamento;
 - 5.5. Infiltração no solo e recarga do meio saturado.
6. Alteração da Qualidade dos Solos e Aquíferos.
 - 6.1. Fontes de poluição dos solos e aquíferos, impactos dos resíduos perigosos em subsuperfície;
 - 6.2. Alteração da qualidade dos solos rurais por atividades agropastoris: perda de cobertura vegetal; alteração da estrutura do solo; perda de produtividade; perda de solo; erosão; desertificação; salinização; colmatação; contaminação;
 - 6.3. Alteração da qualidade dos solos urbanos: urbanização e ocupação do solo; resíduos sólidos domésticos, hospitalares e industriais; resíduos líquidos sanitários e industriais; contaminação por acidentes no transporte de cargas; perda de cobertura por atividades extrativas minerais.
7. Mecanismos de Transporte e Transformação dos Contaminantes no Solo.
 - 7.1. Alteração química e física dos resíduos perigosos: diluição; dissolução; precipitação; filtração; adsorção; reações químicas; volatilização;
 - 7.2. Transporte e transformação de compostos orgânicos tóxicos.
 - 7.3. Transporte e transformação de hidrocarbonetos clorados.
 - 7.4. Transporte e transformação de hidrocarbonetos de petróleo.
8. Aspectos Legais e Institucionais para a Proteção da Qualidade do Solo e Aquífero
 - 8.1. Legislação ambiental nacional;
 - 8.2. Normas internacionais;
 - 8.3. Atuação dos órgãos ambientais;
 - 8.4. Padrões de qualidade do solo e água subterrânea;
 - 8.5. Indicadores ambientais de qualidade do solo e água subterrânea;
9. Procedimentos de Controle e Remediação de Solos e Aquíferos Degradados
 - 9.1. Caracterização do local e da subsuperfície;
 - 9.2. Detecção dos contaminantes e monitoramento;
 - 9.3. Seleção de alternativas de controle dos contaminantes;
 - 9.3.1. Extração de vapor do solo (*Soil Vapor Extraction*);
 - 9.3.2. Aspersão de ar (*Air sparging*);
 - 9.3.3. Remoção com ar (*Air stripping*);
 - 9.3.4. Bioventilação (*Bioventing*);
 - 9.3.5. Bioremediação no local com injeção de oxigênio (*In situ bioremediation*);
 - 9.3.6. Lavagem do solo (*Soil washing*);
 - 9.3.7. Tratamento do solo (*Land farming*);
 - 9.3.8. Recuperação de produto leve (*Free product recovery*);
 - 9.3.9. Contenção por barreiras de lama (*Slurry wall*);
 - 9.3.10. Incineração;
 - 9.3.11. Solidificação/Estabilização;
 - 9.3.12. Bio-tratamento (Bio-célula);
 - 9.3.13. Bioreatores;
 - 9.3.14. Desorção em altas e baixas temperaturas;
 - 9.3.15. Adsorção com carvão ativado;
 - 9.3.16. Extração por solventes (*Solvent extraction*);

9.3.17. Oxidação ultra violeta (UV);

9.3.18. Atenuação natural;

10. Conceitos básicos de toxicologia e análise de risco ambiental.:

10.1. Conceitos básicos de toxicologia;

10.2. Caracterização da exposição e efeitos;

10.3. Uso de modelos matemáticos na avaliação de risco;

10.4. Gerenciamento de risco.

11. AULAS PRÁTICAS

11.1. Visita ao laboratório de Geotecnia Ambiental – GEOAMB, DCTM/EP-UFBA;

11.2. Realização de experimentos e/ou demonstrações para cálculo de parâmetros físicos do solo;

12.3. Visita ao Aterro Industrial da MILLENIUM com ênfase em soluções geotécnicas para proteção do solo;

12.4. Visita à CETREL com ênfase na Barreira Hidráulica (solução para proteção do aquífero e remoção de contaminantes) e na Fazenda de Lodo (disposição no solo para descarte e incorporação de nutrientes no solo);

12.5. Visita ao ATERRO METROPOLITANO CENTRO com ênfase nas soluções para proteção do solo e aquífero.

RECURSOS NECESSÁRIOS:

1. Material didático: transparências e slides;

2. Material de laboratório;

BIBLIOGRAFIA

1. Boulding, J. R. **Practical Handbook of Soil, Vadose Zone, and Groundwater Contamination – Assessment, Prevention, and Remediation.** – Lewis Publishers, CRC Press.
2. Braga, B., Hespagnol, I., Conejo, J. G. L., Barros, M. T. L., Spencer, M., Porto, M., Nucci, N., Juliano, N., e Eiger, S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** Prentice Hall, pg. 1987.
3. Branco, S. M. e Rocha, A. A. **Ecologia: Educação Ambiental, Ciências do Ambiente para Universitários.** CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1ª. Impressão, 206pg. 1984.
4. CRA. **Rumo a um Desenvolvimento Sustentável, Indicadores Ambientais,** Série Cadernos de Referência Ambiental v. 9, Salvador: NEAMA, CRA, 242 pg. 2002.
5. CRA. **Ecotoxicologia e Avaliação de Risco do Petróleo,** Série Cadernos de Referência Ambiental v. 12, Salvador: NEAMA, CRA, 227 pg. 2002.
6. CRA. **Quintas Ambientais no CRA, Síntese das Palestras – 2000 a 2003.** Salvador: CRA, 283 pg. Março, 2004.
7. Denzio, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental.** São Paulo: Signus Editora, 2ª. Edição, 163 pg. 2000.
8. Devinyin, J. S., Everett, L. G., Lu, J. C. S., and Stollar, R. L., **Subsurface Migration of Hazardous Wastes.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1a. Edition, 387pg. 1990.
9. EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análises de Solos.,** 2ª. Edição Revista e Atualizada. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). 212 pg. 1997.
10. Fetter, C. W. **Contaminant Hydrogeology.** New York. Ed Macmillan Publishing Company, 458 pg. 1993.
11. Furtado, M. R. (1997) - Remediação de solos **Química e Derivados** Editora QD Ltda, Ano XXXII, nº 354, pg: 8 – 22. Outubro, 1997
12. Kiehl, E. J. **Manual de Edafologia.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 262pg. 1979.
13. Kiperstok, A., Coelho, A., Torres, E. A., Melra, C. C., Bradley, S. P., e Rosen, M. **Prevenção da Poluição.** Brasília: CNI – SENAI, 290 pg. 2002.
14. Krauskopf, K. B., **Introdução à Geoquímica.** São Paulo: EDUSP, 294 pg. 1972.
15. Moriz, A. C. **Elementos de Pedologia** .Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 460pg., 1975.
16. Nobre, M. M e R. M. Nobre – Uma Solução Geotécnica para Remediação de Águas Subterrâneas Contaminadas por Compostos Organo-Clorados. **Revista Geotécnica da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos.** 1997.
17. Norris, R. D. **Handbook of Bioremediation.** CRC Press, Inc. 257 pg. 1994.
18. Santos, P. R. P. **Solo e Água Subterrânea (Notas de Aula).** Universidade Católica do Salvador, Curso de Educação Ambiental, Salvador, 18 a 21 de Agosto de 1997.
19. Santos, P. R. P. e Nobre, M. M. – Programa de Gerenciamento das Águas Subterrâneas do Pólo. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.** Salvador - BA. 1996.
20. Santos, P. R. P., Oliveira Neto, F. A., e Gomes, Z. L. G. C., Considerações sobre Tecnologias para Remediação de Solos e Águas Subterrâneas Contaminadas e suas Aplicações em Pólos Industriais na Região metropolitana de Salvador e na Antiga Fábrica da COBRAC em Santo Amaro. Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria. **Monografia de Especialização.** Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Departamento de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, UFBA. 78p. Fevereiro 1999.
21. Wilson, D. J. **Modeling of In Situ Techniques for Treatment of Contaminated Soils.** Technomic Publishing AG, 567pg. 1995.
22. Yang, Y, J. and R. Parker A. Maximize the Efficiency of Pump-and-Treat Systems. **Chemical Engineering.** pg: 129- 135. February, 1998.

SITES DE BUSCA:

www.geoamb.eng.ufba.br

www.dea.ufba.br

www.teclim.ufba.br

Magda Beretta

Prof.ª Magda Beretta, Chefe do Departamento

de Engenharia Ambiental, aprovou em reunião plenária do dia / /

Prof.ª Magda Beretta

Chefe do DEA

Patricia Campos Borja

Assinatura e Carimbo do Coordenador do Curso

Programa aprovado em reunião plenária do dia / /

Patricia Campos Borja

Coordenadora do Colegiado do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental