

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA: RELATO DE UMA NOVA EXPERIÊNCIA DE ENSINO

Carlos Mello Garcias – e-mail: carlos.garcias@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR

Endereço: Imaculada Conceição, 1155

80215-901 – Curitiba - Paraná

Miguel Mansur Aisse – e-mail: miguel.dhs@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná – UFPR

Endereço: Centro Politécnico

81531-990 – Curitiba - Paraná

Roberto Fendrich – e-mail: crafen@uol.com.br

***Resumo:** As questões sanitárias e ambientais urbanas, agravadas pela alteração do escoamento natural das águas de chuva, tem sido tema recorrente nos Cursos de Engenharia Civil. Destacam-se os estudos das enchentes, dimensionamento da micro e macro drenagem, avaliação de perdas econômicas, problemas de saúde pública, insegurança e até mortes ocasionadas pelas águas precipitadas nos ambientes urbanos. No ano de 1995, como resultado de implantação de uma série de sugestões dos alunos que participaram num Curso de Extensão sobre drenagem urbana, foi criada a disciplina TH 416 - Projetos de Drenagem Urbana. Esta foi tema de debates em reunião do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Paraná, quando foi aprovada para ser ofertada como disciplina optativa, anual, com carga horária de 4 horas semanais. Após aprovação do programa, dos métodos de ensino e sistema de avaliação, iniciou-se a primeira turma, no ano de 1997. O objetivo deste documento foi registrar e propiciar o debate acadêmico da experiência do ensino, preocupado com a preparação do profissional de Engenharia Civil. Procurou-se aproximar o aluno de uma experiência “real”, com a finalidade de dar a ele a oportunidade de iniciar o exercício do profissional, ainda nos bancos da Universidade. A auto-avaliação de alunos que cursaram a disciplina, do ano de 1997 a 2000, estimulou a manutenção e continuidade da proposta.*

***Palavras-chave:** Critérios de avaliação, Informática na engenharia, Metodologia do ensino superior, Projetos de drenagem pluvial urbana, Trabalhos em equipe.*

1 INTRODUÇÃO

Os Cursos de Engenharia Civil, especialmente nas disciplinas integrantes do conteúdo profissionalizante, têm procurado alternativas visando obter maior eficiência no processo

ensino aprendizagem. Podem ser citados os trabalhos de FREITAS *et al.* (1999) na disciplina de Projeto de Obras Sanitárias e de TOZZI *et al.* (2000) na disciplina de Mecânica dos Fluidos, ofertadas respectivamente na PUCPR e UFPR, todas de caráter obrigatório. No primeiro caso deu-se a reformulação de disciplina com base no uso de ferramentas computacionais e no segundo a constatação da necessidade da transferência do processo de aprendizagem ao aluno conferindo ao professor o papel de tutor. Em ambas uma revisão do processo de avaliação apoiado apenas em provas individuais.

Outrossim, as questões sanitárias e ambientais urbanas agravadas pela alteração do escoamento natural das águas de chuva, tem sido tema recorrente nos Curso de Engenharia Civil. Destacam-se os estudos das enchentes, dimensionamento da micro e macro drenagem, avaliação de perdas econômicas, problemas de saúde pública, insegurança e até mortes ocasionadas pelas águas precipitadas nos ambientes urbanos. A experiência dos autores, na elaboração de diversos projetos e pesquisas nesta área, culminou com a publicação do livro “Drenagem e Controle da Erosão Urbana”, na quarta edição (FENDRICH *et al.*, 1997). O livro relata a experiência paranaense na aplicação dos conceitos de drenagem urbana em áreas sensíveis ao fenômeno da erosão hídrica, que inicialmente foi material de apoio a um Curso de Extensão, o qual se aprimorou ao longo do tempo resultando na edição do livro.

No ano de 1995, como resultado de implantação de uma série de sugestões dos alunos que participaram num Curso de Extensão sobre drenagem urbana, foi criada a disciplina TH 416 - Projetos de Drenagem Urbana. Esta foi tema de debates em reunião do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Paraná, quando foi aprovada para ser ofertada como disciplina optativa, anual, com carga horária de 4 horas semanais. Após aprovação do programa, dos métodos de ensino e sistema de avaliação, iniciou-se a primeira turma, no ano de 1997. O objetivo deste documento foi registrar e propiciar o debate acadêmico da experiência do ensino, preocupado com a preparação do profissional de Engenharia Civil. Procurou-se aproximar o aluno de uma experiência “real”, com a finalidade de dar a ele a oportunidade de iniciar o exercício do profissional, ainda nos bancos da Universidade.

2 METODOLOGIA DE ENSINO E AVALIAÇÃO

Desde a elaboração do Plano de Ensino, primou-se pelo caráter prático desejado para a disciplina, sendo assim definidos os procedimentos didáticos: a) exposição dos assuntos em aulas teóricas orientativas; b) exemplos de projetos de drenagem urbana; c) orientação direta e prática em sala de aula, mobiliadas com pranchetas, dos trabalhos de elaboração de um projeto completo de drenagem urbana (micro drenagem, macro drenagem e obras de extremidade); d) disponibilização de Laboratórios de Informática; e) apresentação dos projetos ao final da disciplina; f) visitas técnicas. No referido Plano foi definido o objetivo da disciplina (competência): preparar e capacitar o aluno para desenvolver e elaborar projetos completos de drenagem urbana de uma cidade.

Esta disciplina foi organizada para fazer com que o aluno exercitasse o máximo possível todas as etapas de elaboração de um projeto de engenharia. Na primeira fase, correspondente ao primeiro semestre letivo, o aluno entrega, ainda em equipe, o Relatório Técnico Preliminar, que conteria, desde o levantamento de dados, estudo de alternativas de solução para os problemas detectados, culminando com a concepção do projeto de drenagem pluvial de uma cidade previamente escolhida pelo aluno. Preferencialmente uma cidade já trabalhada na disciplina de Saneamento Ambiental (conceito de pré-requisito), a qual o aluno já teria cursado. Na segunda fase (segundo semestre letivo) o aluno, agora individualmente, detalharia um projeto executivo com dimensionamento completo de todos os componentes do sistema de drenagem, desenhando o projeto e elaborando o memorial técnico, de acordo com

as normas técnicas existentes no mercado, em nível de ser aprovado por instituições contratantes destes serviços.

O livro texto (bibliografia básica) empregado é a publicação “Drenagem e Controle da Erosão Urbana” (FENDRICH *et al.*, 1997), mencionada anteriormente. Apostila publicada pelo Diretório Acadêmico de Engenharia Civil da UFPR (GARCIA *et al.*, 1999), constitui-se noutro material de apoio (bibliografia complementar), desenvolvido com o apoio de alunos do programa de Iniciação Científica e alunos monitores da disciplina de Saneamento Ambiental. Citam-se ainda AISSE (1997), BOLINAGA (1979), DAEE & CETESB (1980), FENDRICH (1998) e WILKEN (1978). Artigos da Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH também são estimulados. Recentemente criou-se uma sala virtual buscando a maior interação entre os participantes, no intercâmbio de material disperso como fotografias, textos avulsos, detalhes e especificações. Os alunos são mantidos no grupo por um período superior ao do ano letivo.

A forma de avaliação, também seguiu o caráter prático da disciplina, sendo de responsabilidade do aluno entregar até o final da disciplina, um projeto completo de drenagem urbana, desenvolvido individualmente pelo aluno, ou em equipe de no máximo três alunos. Essa atividade é desenvolvida parcialmente durante os horários de aula, ocasião na qual os alunos são assistidos pela orientação e supervisão dos professores responsáveis pela disciplina, sendo avaliado em diversas fases e na apresentação final do projeto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro dia de aula, desde a primeira turma, foi apresentado aos alunos, todo o programa, objetivos e método de ensino, solicitando aos alunos o máximo empenho em participar ativamente nas tarefas. Destacou-se que o mais importante seria a comprovação da competência destes alunos, retratado na qualidade dos documentos elaborados durante o ano. Para isto, foi dada toda a liberdade aos alunos para se manifestarem desde o primeiro dia de aula, apresentando suas dúvidas e sugestões, prática esta que se repetiu sempre, resultando em muitas alterações da relação professor aluno, no sentido sempre de melhoria dos resultados.

Avaliações foram realizadas na conclusão do ano letivo, através de debates técnicos entre os professores da disciplina e os alunos que concluíram a disciplina naquele ano. A partir do segundo ano, estas sempre foram disponibilizadas para os alunos dos anos seguintes no primeiro dia de aula, destacando que ao final do ano eles deveriam também participar da avaliação conjunta do ano letivo. Isto demonstra que a evolução da disciplina dependia fundamentalmente do conteúdo destas avaliações e que os professores assumiam o compromisso sempre de divulgar estes resultados e acatar as sugestões consideradas.

Os resultados destas avaliações são apresentados a seguir, observando a ordem cronológica dos eventos. Procurou-se ser fiel a redação original, na medida do possível, agrupando-se as contribuições por semelhanças na abordagem:

A – Avaliação da Turma de 1997

1. Afirmação da validade da proposta pedagógica da disciplina;
2. Não fazer nenhuma tarefa sem o apoio de sistemas de informática, principalmente os recursos de Autocad;
3. Evitar o re-trabalho “manual” e depois por Autocad;
4. Orientar melhor a seqüência lógica do desenvolvimento dos trabalhos;
5. Uniformizar as instruções entre os professores, corrigir pontos de vista individual;
6. O aluno tem dificuldades em avaliar o tempo de cada tarefa, sugere maior envolvimento dos professores na definição lógica da seqüência dos trabalhos;

7. Foi sugerido que no primeiro dia de aula seria importante detalhar melhor as metas e objetivos, sendo inclusive sugerido a elaboração de cronograma de atividades.
8. Confirmação da importância de dois encontros semanais para distribuição e execução das tarefas;
9. Apesar da afirmação anterior, de haver pelo menos dois encontros semanais, foi sugerido que em algumas oportunidades seria mais produtiva a concentração das quatro horas em um único dia. Esta observação originou-se da constatação de que quando os alunos desenvolviam atividades com o uso de computadores, o tempo de duração de duas horas não era produtivo;
10. Iniciar as tarefas pelo desenho dos perfis das ruas e definir greides das ruas – Elaboração do projeto geométrico e definição das bacias e sub-bacias de drenagem;

B – Avaliação da Turma de 1998

1. Fazer os perfis somente das ruas para as quais os alunos tenham que fazer o detalhamento da rede de drenagem;
2. Os trabalhos poderiam começar por elaboração dos detalhes construtivos;
3. Foram registradas muitas dificuldades na coleta de dados;
4. Foi despendido muito tempo na elaboração do Relatório Técnico Preliminar (RTP), poderia ser limitado este tempo procurando dar mais ênfase na elaboração do projeto;
5. Foi destacada a importância da elaboração de um cronograma de atividades já no primeiro dia de aula. Os alunos parecem que trabalham melhor “sob pressão”;
6. É fundamental continuar as atividades adotando uma cidade “real”;
7. Trabalhar em atividades paralelas enquanto elabora o RTP é muito complicado, é difícil elaborar diversas atividades ao mesmo tempo;
8. Os professores poderiam trabalhar mais com os alunos procurando identificar os pontos críticos do projeto;
9. Os softwares existentes para a elaboração de projeto de drenagem são complexos e ainda requerem evolução. Para melhor aproveitamento do aluno seria importante ele fazer tudo manualmente e a planilha através de recursos da informática (Planilha em Excel, por exemplo);
10. Fazer análise crítica da cidade escolhida para os trabalhos, procurando avaliar possíveis dificuldades, principalmente na obtenção dos dados;
11. Intensificar a associação desta disciplina com a de Saneamento Ambiental;
12. Desenvolver mais fases do projeto em sala de aula, talvez usando mais os microcomputadores;
13. Especificar melhor os detalhes a serem desenvolvidos procurando criar padrões da disciplina de forma a serem usados sempre pelas equipes subsequentes que poderiam assim ir aprimorando os detalhes construtivos;
14. Procurar definir detalhes e critérios de projeto, definindo padrões de escrita, nomenclaturas e demais elementos dos projetos;
15. Aprimorar os critérios de orientação dos professores, talvez cada professor pudesse se concentrar em uma única equipe dentro de sua especialidade e só mudar o orientador caso haja necessidades específicas de domínio da matéria;
16. Fazer melhor a “dosagem” das tarefas, não congestionar de informações, procurar ser o mais real possível, elaborar lista básica de atuação e conteúdo, apesar destas sugestões manter a flexibilidade;
17. Orientar a “profundidade” que devem ser abordadas nas diversas partes;

18. Encontrar caminhos para motivar mais as equipes a produzirem mais em sala de aula, buscando criar um ambiente o mais parecido possível com o de uma empresa;
19. É indispensável a divisão das tarefas entre as equipes;
20. As equipes deveriam elaborar um planejamento das tarefas;
21. Os alunos defenderam a oportunidades de passar pelas dificuldades, consideraram normal ter dúvidas, gostaram do método adotado;
22. Observar a importância do uso de metodologia científica na elaboração dos documentos forçando os alunos a aprenderem a ordenar e escrever melhor;
23. A idéia de avaliar a disciplina deveria ser intensificada, sendo sugerido que a avaliação deveria ser contínua e um aluno poderia ser encarregado de secretariar, registrando as impressões ao longo do ano, pois assim nenhuma idéia seria perdida;
24. Criar e fornecer no início do ano letivo roteiro de projeto;
25. Foi sugerido que no início do ano poderia ser programada uma visita técnica para conhecer obras de drenagem;
26. Criar documento de especificações de detalhes e critérios de projeto;
27. Melhorar os critérios de avaliação de custos;
28. Toda esta experiência deveria ser registrada num documento denominado Manual de Implantação de Drenagem Urbana;
29. Considerando a importância da avaliação da disciplina, foi sugerido que seja feita mais de uma avaliação no ano.

C – Avaliação da Turma de 1999

1. Estabelecer melhor as metas, fixar cronograma e definir fases de trabalho;
2. Deixar mais clara cada fase;
3. Entregando o trabalho por partes o aluno não se perde;
4. Afinar instruções dos professores;
5. Ainda acham o processo muito complexo, deveria ser mais bem esclarecido o projeto;
6. Criar e fornecer no início do ano letivo roteiro de projeto;
7. Resolver a questão das informações da cidade, principalmente os dados referentes ao projeto geométrico e altimetria da cidade;
8. Enfatizar a importância da criação de banco de dados sobre a cidade;
9. Deveria haver mais espaço para aulas sobre engenharia econômica as quais poderiam ser logo no início do ano letivo;
10. Ensinar técnicas que facilitem o uso do computador;
11. A cobrança da presença dos alunos em sala de aula poderia ser mais rígida;
12. Desenvolver exemplos de aplicação de conceitos e critérios em sala de aula, se possível criar situações de desafio de soluções;
13. Instruir quanto a necessidade da otimização dos sistemas concebidos;
14. Motivar presença em sala;
15. Valorizar na disciplina que cada professor se responsabilize pela sua especialidade;
16. Dentre as disciplinas cursadas esta foi a que deu mais segurança;
17. O último concurso público da Caixa Econômica Federal valorizou muito esta área;

D – Avaliação da Turma de 2000

1. A disciplina é ótima, pois proporciona ao aluno o desenvolvimento de projeto completo, sentindo todas as dificuldades que um projeto real pode trazer na vida profissional;
2. O esquema de aula também é bom, pois ao invés de se ouvir o que o professor tem a dizer, o aluno é que indaga e “extraí” o conhecimento que ele tem a transmitir;
3. Seria ideal haver microcomputadores disponíveis com o software autocad, para se desenvolver o projeto em sala de aula;
4. O fato de se obter o mapa da cidade em autocad facilitou muito o andamento do trabalho;
5. As aulas tornaram-se um pouco ociosas por falta dos micros;
6. No contexto geral houve um ótimo aproveitamento do conteúdo, pois realmente aprende-se a fazer um projeto de drenagem urbana.

É importante ressaltar que os alunos que cursaram de maneira optativa esta disciplina sempre foram aqueles que apresentaram na disciplina anterior, TH 403 - Saneamento Ambiental, um desempenho acima da média. Esta realidade talvez tenha contribuído para o êxito desta experiência.

4 CONCLUSÕES

No ano de 1995, como resultado de implantação de uma série de sugestões dos alunos que participaram num Curso de Extensão sobre drenagem urbana, foi criada a disciplina TH 416 - Projetos de Drenagem Pluvial Urbana, junto a UFPR. Esta disciplina foi organizada para fazer com que o aluno exercitasse o máximo possível todas as etapas de elaboração de um projeto de engenharia. Apoiou-se inicialmente em livro elaborado pelos professores FENDRICH *et al.* (1997), com texto advindo da atividade profissional, tanto no mercado de trabalho quanto na pesquisa universitária. Foi incentivado o uso das ferramentas da informática como método de ensino e na avaliação, critérios com ênfase nos trabalhos em equipe.

O objetivo deste documento foi registrar e propiciar o debate acadêmico da experiência do ensino, preocupado com a preparação do profissional da Área de Engenharia Civil. A auto-avaliação de alunos que cursaram a disciplina, do ano de 1997 a 2000, permitiu o desenvolvimento deste trabalho e ao final estimulou a manutenção e continuidade da proposta. Foram transcritos e sistematizados os comentários e propostas coletadas no período.

A avaliação constante, realizadas ao final de cada ano letivo, pelos alunos que cursaram esta disciplina, e o compromisso dos professores de colocarem em prática todas as recomendações pertinentes, foram gradativamente melhorando o método de ensino, criando uma identidade muito forte com os objetivos inicialmente traçados, sendo observado que a participação ativa dos alunos tanto no desenvolvimento do curso quanto na sua avaliação, culminaram com melhorias significativas no ensino e aprendizagem.

Muitas tarefas foram simplificadas, sem perder de vista a qualidade do produto desejado. As melhorias foram principalmente no sentido de entender melhor a forma de orientar os alunos, sem interferir no aprendizado prático desejado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M. M. Sistemas Alternativos para Micro drenagem Pluvial Urbana: Ênfase na Retenção do Escoamento Superficial. **Revista Acadêmica**. VII(2): 35-45. Dezembro 1997.

AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA DE PROJETOS. Parecer e Sugestões dos Alunos da Disciplina Projetos de drenagem urbana. Curitiba, UFPR. 1997, 1998, 1999 e 2000.

BOLINAGA, J. J. **Drenaje Urbano**. Instituto Nacional de Obras Sanitárias. Caracas, 1979. 470 p.

DAEE & CETESB. **Drenagem Urbana: manual de projeto**. São Paulo, CETESB. 1980. 467p.

FENDRICH, R. **Chuvas Intensas para Obras de Drenagem (no Estado do Paraná)**. Curitiba, Editora Champagnat. 1998. 99p.

FENDRICH, R., OBLADEN, N. L.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**. 4ª edição. Curitiba, Editora Champagnat. 1997. 485p.

FREITAS, C. O. A.; PONTES, A. B.; RIBEIRO, L. M.; ROEDEL, E. L. O Ensino de Projetos de Obras Sanitárias com a utilização de ferramentas computacionais. 19º Congresso da ABES. **Anais**. Rio de Janeiro, ABES. 1997.

GARCIAS, C.M. *et al.* **Projeto de Drenagem Pluvial Urbana**. 2ª edição. Curitiba, DAEP/UFPR. 1999.

TOZZI, M.; BOBKO, G.; CUNHA, L. M. O Ensino da Mecânica dos Fluidos. **Engenharia e Construção**. 51:20-24. Novembro, 2000.

WILKEN, P. S. **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo, CETESB, 1978. 477p.

STORM SEWER SYSTEM DESIGN APLIED IN A LEARNING PROCESS

Abstract: *The urban sanitary and environment issues, aggravated by the changes of the natural draining of rain water, have been recurrent subject in the Course of Civil Engineering. Its common the studies of floods, design of the micro and macro storm sewer, evaluation of economic losses, problems of public health, unreliability and until deaths caused for waters precipitated in urban environments. In the year of 1995, as the result of a series of suggestions done by extension course students, the Class TH 416 – Storm Sewer System Design was created. This was subject of debates in meeting of the Hydraulic- and Sanitation Department of the Paraná Federal University, when it was approved to be offered as it optional class, annual, with load of 4 weekly hours. After program, education methods and evaluation system approved, the first class was initiated in 1997. The objective of this document was to register and to propitiate the academic debate of the experience of the*

education, worried about the capability of the Civil Engineering professional. It was looked to approach the student of “a real” experience, with the purpose to give it chance to it to initiate the exercise of the professional, still in the University. The students were self evaluated in 1997 – 2000 and stimulated the continuity of the proposal.

Key-Words: *Criteria of evaluation, Computer science in engineering, Methodology of superior education, Storm sewer system design , Work group.*