



O PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO E O PAPEL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL GERANDO COMPETÊNCIA EM ENGENHARIA CIVIL: CASO DE PONTE SOB RISCO POR AÇÃO DE UMA ENCHENTE

André Luiz de Lima Reda – allreda@uol.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, Escola de Engenharia; Instituto Mauá de Tecnologia-IMT, Escola de Engenharia; UNILINS, Engenharia
Endereço: Rua da Consolação, 930, Mackenzie - Prédio 6
CEP: 01302-90 – São Paulo – SP

Luis Fernando Rossi Léo – luis.leo@unilins.edu.br

Centro Universitário de Lins-UNILINS, Engenharia
Endereço: Rua Nicolau Zarvos, 1925
CEP: 16.401-371 – Lins – SP

Magda Aparecida Salgueiro Duro – madga.duro@mackenzie.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, Escola de Engenharia

Bernardo Luiz Costas Fumió – bernardo@fpte.br

Centro Universitário de Lins-UNILINS, Engenharia

Ana Júlia F. Rocha – anajulia.rocha@mackenzie.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, Escola de Engenharia

Resumo: Ao longo da História recente, a Engenharia Civil tem empregado a ciência, a tecnologia e as artes para construir benfeitorias que promovam melhor qualidade de vida para o ser humano – diferindo, porém, de outras categorias de Engenharia, tais como a Mecânica, a Química e a Elétrica, no seguinte: seu ‘chão de fábrica’ é o solo natural, o leito ou as margens de um rio ou a costa ou o fundo do mar (ao contrário de um piso industrial) e o céu faz o papel de ‘teto da fábrica’ (ao invés de um telhado). Portanto, produtos industriais da Engenharia Civil acabam, cedo ou tarde, tendo que enfrentar as vicissitudes da Meteorologia, da Hidrologia, da Geologia ou da Oceanografia. Este artigo tem o objetivo principal de enfatizar a importância da plena formação do Engenheiro Civil, de modo a qualificar o estudante para realizar os estudos ambientais necessários antes e ao longo de estudos de planejamento e projeto, bem como durante a obra. O artigo discute o caso de uma ponte construída sobre solo de arenito, na região Sudoeste do Estado de São Paulo, que correu risco de colapso durante a primeira enchente considerável que enfrentou após sua inauguração – o que demonstra a proposta acima.

Palavras-chave: Segurança hidrológica de pontes, Ação integrada em Engenharia, Educação profissional abrangente, Curso de Engenharia Civil.



1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a Engenharia Civil tem, sob seu encargo, projetar, planejar, construir ou manter as edificações e suas fundações, a infraestrutura dos diversos modais de transportes, obras de terra e enrocamento e as hidráulicas. No entanto, nos primórdios de sua história, a Engenharia Civil recebeu tal denominação pelo fato de a Engenharia ter começado a se dedicar a obras para atividades humanas pacíficas, num campo antes dominado pela Arquitetura (para projeto e construção de templos, edifícios e pontes, por exemplo).

O despontar da Engenharia como uma profissão estabelecida, em particular no caso da Engenharia Civil no Brasil, se deu bem mais tarde que nos países mais desenvolvidos. Lembra-se aqui, por exemplo, que, no início da fase de crescimento mais veloz da cidade São Paulo – década de 1920 (REDA *et al.*, 2010) – cerca de 75% dos mestres de obra e pedreiros tiveram que vir da Itália (SEVCENCO, 1992), sem mencionar outros países europeus – a maior parte das edificações, à época, era projetada por eles e construída sob sua supervisão direta, sem a participação de um engenheiro civil. No Brasil, os primeiros destes engenheiros se formaram em 1898; os primeiros arquitetos, só em 1920 – todos, porém, em números insuficientes para atender a demanda do frenético crescimento urbano e, na sua esteira, a expansão de vias públicas e rodovias em geral. Foi somente em 1933 que se fundou o sistema CONFEA-CREA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia-Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia), para regular e controlar o exercício profissional nas áreas de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Coibiu-se, assim, o exercício de tais funções por aquele pessoal sem tais qualificações profissionais universitárias (REDA *et al.*, 2010; SEVCENCO, 1992; TELLES, 1993).

Os CREA (Conselhos Regionais) das diversas regiões brasileiras (evoluindo até o presente, em que cada estado tem seu CREA), tradicionalmente, têm atuado de modo mais direto com os profissionais através de suas câmaras técnicas, cada uma agrupando um conjunto de habilitações correlacionadas entre si. No caso específico da Câmara Técnica de Engenharia Civil, reúnem-se nela as habilitações Civil, Sanitária e Ambiental. Em 2005, foi elaborada a Resolução CONFEA 1010 (CONFEA, 2005a), que conta com seu ANEXO II (CONFEA, 2005b). Neste, normatizou-se, pela primeira vez, uma metodologia flexível e modular para a formação de engenheiros, permitindo ao graduado em dado curso agregar novos tópicos de atribuição pela conclusão de disciplinas de outro curso de graduação em Engenharia, ou de mestrado, doutorado ou especialização – sejam tais cursos no âmbito de sua área de atuação ou de outra, seguindo lista de tópicos de atribuições profissionais também estipulada na Resolução e seus anexos.

No dia 31 de dezembro de 2010, foi sancionada a Lei Federal nº 12.378, criando o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) – a qual separou a profissão de arquiteto do campo de atribuições do CONFEA e dos CREA (BRASIL, 2010).

Este artigo enfoca tópicos de atuação relacionados à relação da Engenharia Civil com o ambiente natural e, em seção específica, discute formas de capacitar acadêmicos de Engenharia para atribuições na sua área profissional, dentro das disciplinas tradicionais da habilitação.

Com o intuito de mostrar a importância da formação do engenheiro civil sob o aspecto ambiental, estuda-se aqui o histórico, durante cerca de um século, de uma ponte à saída de uma bacia hidrográfica degradada por mudanças no uso do solo e erosão pluvial e fluvial, além do assoreamento delas decorrente – processos exacerbados pela ocupação irracional daquela bacia hidrográfica, que assim foi perdendo sua vegetação, sua proteção natural (DE

MARIA e DECHEN, 1998). São diversas as causas antrópicas dessa erosão acelerada (DAEE, 1983), assim como seu efeito imediato sobre as áreas rurais (TUCCI e COLLISCHON, 1998). Em 2011, Reda e Caldato analisaram a dinâmica do transporte dos sedimentos e a erosão superficial (na bacia hidrográfica) e fluvial, com especial interesse no rio em questão neste artigo, sob os aspectos transporte de nutrientes e sedimentos.

Uma vez que o transporte fluvial de nutrientes e de sólidos em geral depende da disponibilidade de sedimentos removidos da superfície da bacia (FIGEIREDO e SUAREZ, 1985), assim como depende da energia hidráulica disponível para sua remoção e advecção por sobre a superfície dos terrenos (primeiro, via enxurrada) e via cursos d'água (depois), ele se manifesta, principalmente, por episódios – os mais notáveis, causados por tormentas na bacia as decorrentes enchentes.

Transporte de poluentes e sedimentos na bacia é matéria que tem sido analisada com interesse crescente, como reportam CARVALHO (2008), as dissertações de CALDATO (1999) e JAQUIÊ (1999) e os artigos de REDA e BECK (1996; 1998). Discutem-se, aqui, aspectos relativos à estabilidade das margens e do leito de cursos d'água, bem como de estruturas (em particular, pontes) cujas fundações deles dependem.

2. O CASO ESTUDADO NO ESPECTRO HIDROGRÁFICO REGIONAL

O ribeirão Campestre, no trecho analisado neste artigo, drena uma bacia hidrográfica localizada na parte superior da formação geológica Adamantina (conhecida, em termos locais, também pelo nome de seu afloramento local, o “arenito Bauru”, que se dá no território paulista), sujeita à perda de solo devida a uma pobre cimentação calcária (SETZER e PORTO, 1979) que a sujeita a intensa erosão – com o consequente assoreamento dos cursos d'água que a drenam. Tal desequilíbrio no sistema engloba os mecanismos de erosão superficial e fluvial e transporte fluvial de sólidos (principalmente em suspensão e no leito dos rios) e tem crescido desde o início da sua exploração pelo cultivo de café (GES, 1991), no início do século XX, continuando, depois, com outras culturas (OLIVEIRA e MACHADO, 1987). Por isso, trechos de baixa declividade e remansos são frequentemente assoreados após grandes cheias (DAEE e IPT, 1989). Crescentes recursos financeiros são alocados para manter sua capacidade de transporte hidráulico, geralmente por onerosa dragagem solicitada ao poder público (REDA e JAQUIÊ, 2000) – estadual, em geral (por exemplo, ao DAEE-SP).

Ficam no município de Lins as nascentes do ribeirão Campestre. Dali, ele segue pelos municípios de Guaiçara e Promissão até o rio Dourado, afluente do rio Tietê (estado de São Paulo). O trecho estudado aqui fica pouco a jusante de terminar a área urbana de Lins e drena pouco menos de 80km² – maior parte em área rural e cerca de 20% em área urbana.

Anteriormente conhecido como povoado de Santo Antônio do Campestre, Lins se emancipou em 1920 do Município de Bauru. Aumentou consideravelmente em termos de população e ocupação urbana depois disto, contando hoje com cerca de 72 mil habitantes. No início do século XX, começou a construção da Ferrovia Noroeste do Brasil, hoje privatizada sob a denominação FERROBAN. Nos idos de 1908, o então presidente da República Afonso Pena inaugurou trecho desta com novas estações – no quilômetro 152, a “Estação Campestre”, próxima ao córrego homônimo, depois batizada “Albuquerque Lins” (homenagem a Manuel Joaquim de Albuquerque Lins, presidente da província de São Paulo de 1908 a 1912).

Aqui, são revistos aspectos históricos e técnicos de uma ponte dessa ferrovia que atravessa o ribeirão Campestre nesse trecho. Foi construída já pela FERROBAN, para substituir um antigo bueiro de travessia que ainda se encontrava em excelente estado de conservação e estabilidade estrutural, datado da inauguração da ferrovia. A Figura 1 mostra essa travessia da via (centro da fotografia aérea), com o respectivo trecho do ribeirão Campestre fluindo da esquerda (sul) para a direita (norte).



Figura 1 – Trecho analisado, ribeirão Campestre. Ponte ferroviária: centro (adapt. Google®, 2011)

Esse ribeirão já vem sendo estudado há quase duas décadas sob os aspectos poluição, erosão, transporte de sedimentos e assoreamento (O JORNAL DIÁRIO DA CIDADE, 2005; CANHOLI, 2005; CALDATO, 1999; JAQUIÊ, 1999).

Na Figura 2, as fotografias ilustram o problema causado pelo assoreamento no canal. Este artigo considera o impacto da erosão sobre o leito e a estabilidade das margens do ribeirão durante uma grande cheia, no trecho a jusante da área urbana de Lins, depois da substituição do antigo bueiro parabólico (datado do projeto original da ferrovia, que funcionava como ponto de estrangulamento do fluxo nas cheias) por uma ponte – a qual não mais restringe a passagem do escoamento fluvial com fazia o bueiro. Este provocava um ‘efeito piscinão’ sobre as enchentes, amortecendo-as dali para jusante.



Figura 2 – Partes do trecho estudado, ribeirão Campestre – antes (acima) e depois (abaixo) de desassoreamento (Jaquiê, 1999)

Mostra-se na Figura 3 uma fotografia daquele bueiro de travessia, que ali permanecia desde o início do século XX para dar passagem ao ribeirão Campestre por sob a Ferrovia Noroeste do Brasil.

Em 2005, depois de longa polêmica (ampla no âmbito político e nem tanto no campo técnico), o bueiro foi demolido sob a crença de que o remanso que causava era responsável por inundações no vale do ribeirão até atingir a área urbana central de Lins, a jusante. A Figura 4 ilustra esse tipo de inundações ali, para um evento de 2000. De fato, as vazões fluviais no local foram crescendo ao longo do Século XX, à medida que a bacia hidrográfica foi sendo desmatada e urbanizada, o que ia aumentando o coeficiente de escoamento superficial e reduzindo a capacidade de amortecimento das enchentes geradas pela bacia – consequentemente, aumentando os picos de vazão a jusante.



Figura 3 – Bueiro de travessia sob FERROBAN em Lins – primeiro autor ao topo da foto (Fonte: Caldato, 1999)

Chuva: os problemas são os mesmos



Figura 4 – Inundação no ribeirão Campestre – Reportagem parcial (O Jornal Diário da Cidade, 2000)

Ao passo que a frequência das inundações locais crescia, ia-se arraigando a crença popular de que sua causa era o bueiro, visto que represava as águas – apesar de pairar dúvida sobre se o remanso causado especificamente pela presença do bueiro atingia ou não a área ocupada pela urbanização das terras baixas ribeirinhas, incluindo a avenida marginal (ver Figura 4).

No ano 2000, foi contratado pela FERROBAN um estudo do problema e, depois, o projeto de uma ponte de concreto armado (para substituir o bueiro), inaugurada em 2006 – mas, a despeito disto, as inundações ribeirinhas urbanas continuaram a ocorrer ali. Aqui não se pretende discutir aspectos hidráulico-hidrológicos da solução adotada (como, por exemplo, debater a adoção de soluções alternativas, tais como recuperar a vegetação na bacia ou a construção de piscinões a montante, em afluentes importantes com áreas de contribuição desmatadas). Objetiva-se, outrossim, reportar e discutir a instabilidade que ocorreu nas margens desse ribeirão durante uma enchente violenta pouco após a conclusão da obra da ponte, bem como (e principalmente) os cuidados tomados (no curso do evento e *a posteriori*) para protegê-las contra isto. Ao que tudo indica, cuidados para proteger a integridade de leito e margens não foram suficientemente tomados *a priori* (isto é, nos estudos de projeto). Aqui, aproveita-se então essa experiência, traumática para a Cidade e a Ferrovia, para discutir o papel da formação completa dos engenheiros no âmbito da Engenharia Civil visando evitar tais ocorrências.

3. SOLUÇÃO ADOTADA, CONSEQUÊNCIAS E DISCUSSÃO

Em 2006, inaugurou-se a ponte ferroviária sobre o ribeirão Campestre, uma estrutura reticular em concreto substituindo o bueiro (esquemas sem escala, figuras 5 e 6) para minorar as inundações na área urbana. Porém, enchentes posteriores logo voltaram a causar tal problema, como já mencionado.

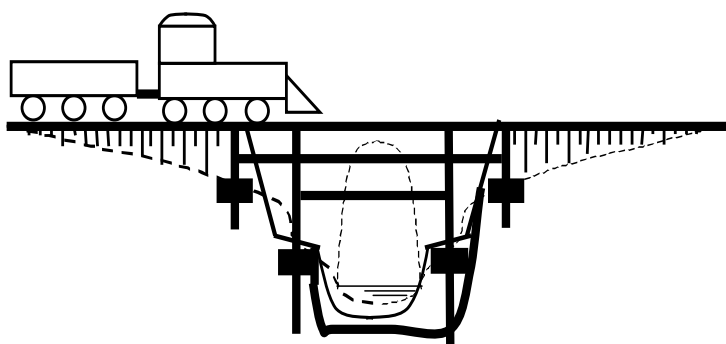
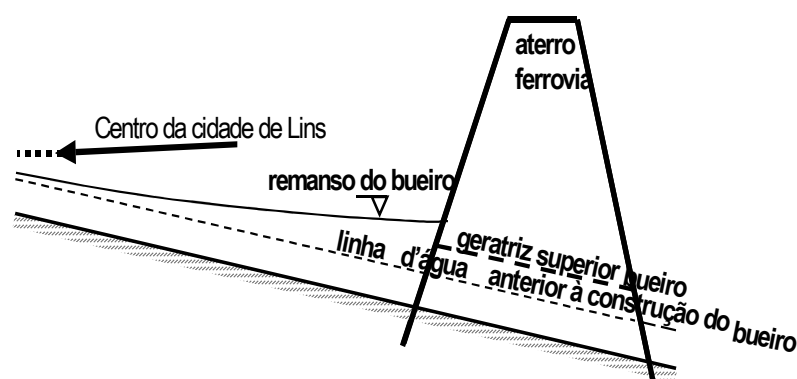


Figura 5 – Nova ponte da FERROBAN (seção fluvial sem escala)



Neste ponto, é importante explicar por que a remoção do beiro aumentou os picos de vazão (e, conseqüentemente, os picos de velocidade) no trecho do ribeirão próximo à travessia. Na Figura 7, ilustrando esta explicação, vêem-se três hidrogramas sem escala, todos para a mesma chuva hipotética sobre a bacia.

Figura 6 – Antigo bueiro da FERROBAN (perfil sem escala)

O mais baixo dos hidrogramas da Figura 7 é para a bacia com cobertura natural, antes do desmatamento antrópico. O de altura intermediária (2º) representa aquele imediatamente antes da remoção do bueiro, com volume de escoamento superficial visivelmente aumentado pela impermeabilização parcial da bacia e pela agilização do escoamento superficial devida ao

desmatamento. Ora, o bueiro funcionou, por décadas, como singularidade hidráulica a reduzir a seção transversal, causando perda de carga no escoamento. Assim, amortecia a enchente a jusante (ver Canholi, 2005), represando a água em trecho limitado a montante, formando uma linha d'água de remanso. Estes aspectos contribuíam para amenizar as velocidades do escoamento naquele trecho a montante do bueiro e também a jusante. Então, o hidrograma de cheia local passou, imediatamente após a retirada do bueiro, a escoar em fase antecipada, comparada à daquele que ocorria imediatamente antes desta (3ª curva na Figura 7), porém com volume e vazões maiores. Aplicando a facilidade da integração gráfica, vê-se a similaridade das áreas sob o 2º e 3º hidrogramas – este, com pico antecipado e mais alto, tem tempos de duração e de pico menores. Ilustra-se, assim, os aumentos na velocidade e na vazão de pico, tanto a jusante quanto a montante da ponte – consequência direta da remoção do bueiro.

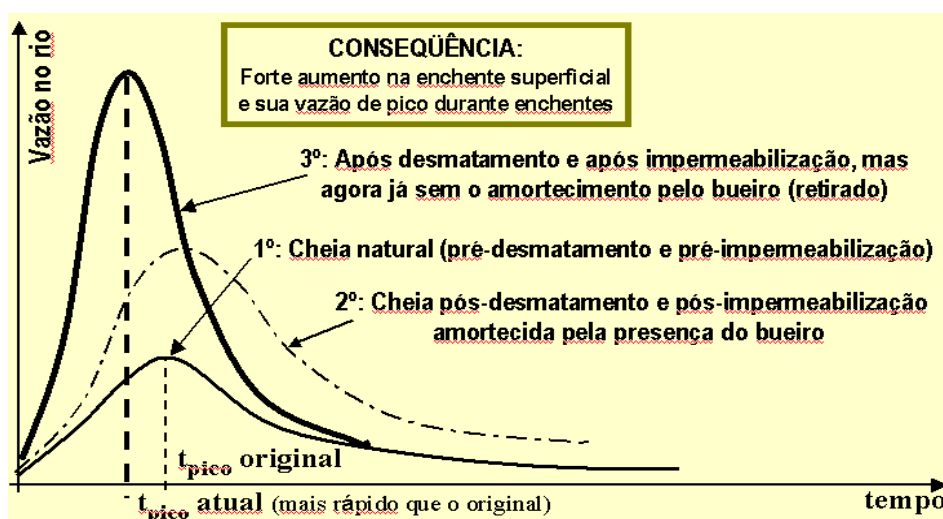


Figura 7 – Hidrogramas de enchente para várias fases no tempo (ilustrativos, sem escala)

Como consequência da agilização do fluxo pela retirada do bueiro, durante posterior tormenta na bacia, as margens do ribeirão junto à ponte foram submetidas a velocidades muito superiores às jamais vistas no trecho em chuva como aquela. Assim, houve considerável erosão do maciço de terra em ambas as margens, com recuo de pelo menos 3m na margem esquerda e cerca de 6m na direita. Nesta, ficaram desnudos os tubulões de fundação dos pilares – Figura 8 (fotografia tomada de ponto a jusante da ponte, à margem direita). Também se vê o bloco de fundação igualmente exposto e, na margem oposta (esq.), a fundação que quase também foi exposta. Em visita ao local em dia após o incidente, o primeiro autor notou proximidade entre a margem direita erodida e o pé do aterro da ferrovia (situação que, por pouco, não compromete também a estabilidade deste). De fato, cada pilar com seu bloco de fundação e tubulão à margem direita formou, por alguns dias, um ‘pilar estendido’ com comprimento de flambagem bem mais longo do que concebido originalmente. Isto, aliado à brusca perda da contenção lateral pelo solo (compacto, naturalmente) que envolvia o tubulão, reduziu as condições da obra de resistir a esforços como supõe o projeto. Ademais, uma cheia poderia ter ocorrido no dia seguinte ao evento e submetido aquele pilar a esforços dinâmicos hidráulicos laterais, agravando a situação (o que felizmente não houve). Esforços para recuperar as margens aterrando ao redor dos tubulões, em ritmo de emergência; depois, na integralidade do volume de terra perdido, concluíram-se nos dias estivos após o evento. Atualmente, elas são protegidas por gabiões, executados em 2008 – ver Figura 9.

Cumpra-se notar que essa obra teve fundações, estruturas e trecho ferroviário projetados por engenheiros civis. Outros engenheiros civis, ainda, executaram-na. Apesar disso, a necessária proteção dos taludes das margens não foi executada. Isto mostra a importância de formar um engenheiro civil consciente das ações da natureza que impactam suas obras.

A próxima seção discute aspectos da formação do engenheiro civil para o exercício profissional integral, em particular com respeito a evitar problemas como este.



Figura 8 – Canal após erosão. Margem direita: pilares e bloco exposto. Margem esquerda: aterro ferroviário próximo aos pilares e à margem erodida.



Figura 9 – Proteção das margens sob a ponte por gabiões – providenciada após erosão.

4. FORMAÇÃO AMBIENTAL DO ENGENHEIRO CIVIL

Muitos ingressantes no curso de Engenharia trazem, hoje em dia, prévia formação em Educação Ambiental (EA). Porém, apesar de a origem da EA datar da década de 60, seu conhecimento varia bem de um educando para outro. Assim, nas disciplinas que visam formar o engenheiro civil nos aspectos ambientais inerentes ao seu futuro exercício profissional, cumpre incluir ou revisar aspectos ambientais básicos. A Tabela 1 sugere uma combinação de conteúdos de formação ambiental e outros, específicos à eclética atividade da Engenharia Civil, para integrar algumas disciplinas (escolhidas com melhor perfil para abrigá-los). Tais sugestões advêm da experiência no magistério em Engenharia Civil, Ambiental ou Sanitária por parte dos autores, bem como na coordenação de tais cursos (caso dos quatro primeiros).

Tabela 1 – Conteúdos de cunho ambiental sugeridos para compor disciplinas do curso Civil

NOME DA DISCIPLINA	CONTEUDOS SUGERIDOS PARA (E COMPATIVELIS COM) A DISCIPLINA
Ciências do Ambiente ou Introdução à Engenharia Ambiental ou Engenharia e Meio Ambiente ou Gestão Ambiental	Meio aquático. Ecossistemas aquáticos. Conceitos de Limnologia Conceitos de Limnologia. Qualidade e poluição da água. Ecossistemas terrestres. Conservação e degradação do solo. Meio atmosférico. Qualidade e poluição do ar. Biomassas e biodiversidade. Conceitos de Ecologia. Ciclos biogeoquímicos e cadeia trófica. Processos naturais de biodegradação em águas (rios e lagos; autodepuração) Impactos ambientais do lançamento de efluentes em ecossistema aquático Impactos ambientais do lançamento de efluentes em ecossistema subterrâneo Impactos ambientais do lançamento de efluentes na atmosfera Estimativa e previsão de impactos ambientais Gestão e ordenamento ambientais; Planejamento ambiental Licenciamento ambiental; Adequação ambient. da ativ. da empresa de Engenh.
Topografia	Batimetria; Hidrometria; Avaliação de áreas e volumes de terra.
Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Fluidos	Termodinâmica ambiental; Transformações a aproveitamento da energia Leis da conservação da massa e aplicações aos fenômenos ambientais Leis da conservação da energia e aplicação aos fenômenos ambientais
Hidráulica	Hidráulica do escoamento superficial Hidráulica do escoamento em meio poroso; Poços Transporte de sedimentos; Sedimentometria
Hidrologia	Ciclo hidrológico; Termodinâmica atmosférica da água Bacia hidrográfica; Escoamento superficial Hidrometeorologia; Clima; Medições meteorológicas Evaporação; Evapotranspiração; Evaporimetria Precipitações atmosféricas; Pluviometria Hidrologia fluvial; Enchentes; Estiagens; Fluviometria. Hidrogeologia. Escoamento subterrâneo. Tipos de poços. Infiltração da chuva Drenagem natural; Hidrologia para projetos de drenagem. Hidrologia para projetos de barragens e reservatórios Hidrologia para projetos de irrigação. Impactos hidrológicos da ação antrópica.
Portos, Rios e Canais ou Navegação e Portos	Batimetria. Hidrometria. Morfologia fluvial. Hidráulica costeira e oceânica; Ondulações da superfície líquida; Marés Meteorologia oceânica e correntes aéreas Impactos ambientais da navegação e dos portos
Saneamento e Saneamento Ambiental	Saneamento ambiental; Emprego da Hidrologia no Saneamento Microdrenagem e seus impactos ambientais Coleta, tratamento, disposição de efluentes e seus impactos ambientais. Captação, tratamento e distribuição de água e seus impactos ambientais Coleta, tratamento, disposição de resíduos sólidos e seus impactos ambientais. Processos de biodegradação sob influência antrópica (processos unitários)
Obras Hidráulicas	Macro-drenagem e impactos ambientais; Impactos ambient. de obras hidráulicas Obras fluviais e seus impactos ambientais; Mananciais; Represas. Batimetria de reservatórios; Curvas cota x área e cota x volume. Complementaridade hídrica. Aproveitamento múltiplo de recursos hídricos Obras marítimas e seus impactos ambientais.
Mecânica dos solos. e Obras de Terra e Rocha	Granulometria do solo; Escoamento em meio poroso. Poços; Lixiviação e colmatção de solos; Percolação e carreamento de sólidos Subsistência de solos.
Gestão e Planejamento de Obras ou Gerenciamento de Obras	Gestão ambient. de obra civil; Planejamento meteorológico de cronograma de obra Avaliação de passivos ambientais de obras, empreendimentos e propriedades Avaliação territorial em função da hidrologia
Urbanismo ou Projet. urbano	Inundações urbanas; Impactos hidrológicos e ambientais da urbanização
Estradas Ferrovias Aeroportos	Impactos ambientais dos transportes: poluiç. de água, terra, ar; vetor de doença Impactos ambient. de estradas, ferrovias, aeroportos. Interferência na drenagem Impactos ambientais das obras de construção de vias Influência do clima no tráfego e no desgaste e na manutenção das vias



Em 1991, o MEC emitiu a Portaria 678/91, determinando que a educação escolar no Brasil englobe a EA em todo nível e modalidade de ensino. Em 1993, a portaria 773/93-MEC instituiu Grupo Permanente de Trabalho em EA para coordenar e orientar ações implementando EA nos sistemas de ensino em todos os níveis e modalidades. Em 1995, cria-se a Câmara Técnica de Educação Ambiental no Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Em 1999, a Lei 9795, de 27 de abril, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. A Resolução CONFEA 1010 (e anexos), de 2005, elenca tópicos específicos a serem incluídos nos diversos cursos de Engenharia. Na Engenharia Civil, diversos são de caráter ambiental, visando harmonizar a atividade profissional e a necessidade de preservar e bem gerir o ambiente, natural e construído, visando a saúde ambiental e das comunidades e preservar recursos naturais. A Tabela I os enumera e associa a disciplinas afins com cada um.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os autores têm atuado em projeto e gestão de cursos de Engenharia Civil e Ambiental, em alguns casos por décadas. Dada essa experiência, propõem aqui que os tópicos de natureza ambiental (englobando assuntos de ambiente terrestre, aquático ou atmosférico) elencados na Resolução 1010 sejam distribuídos por disciplinas apropriadas, conforme consta da Tabela 1.

Apesar da tendência de o aluno escolher ‘disciplinas favoritas’ no curso (dada sua própria expectativa de futuro campo de trabalho, específico dentro da Engenharia Civil), recomenda-se fortemente sua conscientização para a importância do aprendizado integral.

O caso apresentado enfatiza o valor da formação integral do engenheiro para garantir segurança às obras. Quanto à familiarização com as forças inerentes ao ambiente aquático que atuam sobre obras de Engenharia Civil, salienta-se que, para alguns engenheiros formados no passado (em particular, antes do Decênio Hidrológico Internacional da UNESCO – 1966-75), há potencial para que ocorram casos como o aqui relatado – daí, recomenda-se constante atualização (‘educação continuada’) por parte de cada profissional atuante.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, tanto no que diz respeito ao preparo da documentação gráfica e fotográfica, quanto na forma de suporte financeiro para a participação no Congresso.

Agradecem, ainda, a oportunidade de publicar este resumo da experiência de suas respectivas instituições no preparo de projetos pedagógicos de cursos que contemplam as seguidas orientações das Resoluções do CONFEA, ao longo de décadas de experiência na formação de engenheiros civis, culminando nos cursos atualmente nelas implantados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REDA, A.L.L.; MENDES, M.; FERREIRA, P. A New Responsibility for the Brazilian Water Industry in the Era of Privatization: Dynamic Plant Management for the Treatment of Storm and Waste Combined Urban Waters. Anais: Advances in Production Management Systems-APMS 2010 International Conference. Cernobbio, Como, Itália: 11-13, out, 2010 (CD), pp.1-8.



SEVCENCO, N. Orfeu Extático na Metrópole: São Paulo, Sociedade e Cultura nos Frementes Anos 20. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

TELLES, P.C.S. História da Engenharia no Brasil. 2v. Rio de Janeiro: Clavero Ed., 1993.

CONFEA. Resolução Nº 1.010, de 22 de agosto de 2005. Regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA, para efeito de fiscalização do exercício profissional. 2005. Brasília: Conselho Fed. de Arquitetura, Engenharia e Agronomia, 2005a. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/media/res1010.pdf>>. Acesso em: 30 fev. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010. Regulamentação do exercício da Arquitetura e Urbanismo. Governo Federal, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/L12378.htm>. Acesso em: 16 jun. 2014.

CONFEA. Anexo II da Resolução Nº 1.010, de 22 de agosto de 2005. Sistematização dos campos de atuação profissional. Brasília: Conselho Federal de Arquitetura, Engenharia e Agronomia. 2005b. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/media/res1010.pdf>>. Acesso em: 30 fev. 2013.

DE MARIA, I.C.; DECHEN, S.C. Regulamentação da lei do uso do solo agrícola. Anais: VI Simpós. Nacion. de Controle da Erosão, ABGE. Presidente Prudente, SP, 29,mar - 1,abr., 1998.

DAEE. Combate à erosão urbana: programa de treinamento. Relatório do Departamento de Águas e Energia Elétrica, São Paulo, 1983.

TUCCI, C.E.M.; COLLISCHOM, W. Drenagem urbana e controle de erosão. Anais: VI Simpós. Nacion. de Controle da Erosão, ABGE, Presidente Prudente, SP, 29,mar - 1,abr, 1998.

REDA, A.L.L.; CALDATO, S.C. Trabalho de graduação: Dinâmica fluvial de nutrientes removidos por enxurrada de uma bacia rural no Sudoeste Paulista – o Ribeirão Campestre em Lins, SP. Anais: Safety, Health and Environment World Congress-SHEWC'2011. São Vicente, 23-26, jul. 2011 (CD), 5p.

FIGUEIREDO, A.G.; SUAREZ, J.M. Análise comparativa das curvas granulométricas representativas das partículas de sedimentos transportados em suspensão nas calhas fluviais dos rios Aguapeí e Santo. Anastácio, ambos localizados no Oeste do estado de São Paulo. In: Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, Artigos Seleccionados do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos/II Simpósio de Hidráulica dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Recife, 5-10, nov., 1985, pp.217-22.

CALDATO, S.C. UNILINS, Engenharia Civil. Transporte fluvial de poluentes em zona urbana e rural. Um estudo de caso: o ribeirão Campestre em Lins, Estado de São Paulo, 1999. 120p,il. Dissertação (Graduação).

JAQUIÊ, L.C.L. UNILINS, Engenharia Civil. Erosão em área urbana e rural do Estado de São Paulo. Um estudo de caso: o Ribeirão Campestre, 1999. 179p,il. Dissertação (Graduação).

REDA, A.L.L.; BECK, M.B. River water-quality modelling for the real-time forecast of the results of dynamic river gate operation to mitigate transient river pollution due to combined sewer overflows. Anais: XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Turim, 1996, v. I. Turim: Edizioni MAF Servizi, 1996. pp.743-53.

REDA, A.L.L.; BECK, M.B. Water quality management: application of a fluvial model to support decision in wastewater treatment and discharge. Anais: XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Catania, Itália, 1998. v.IV. Catânia: Cooperativa Universitaria Editrice Catanese di Magistero, 1998, pp.229-39.



- CARVALHO, N.O. Hidrosedimentologia Prática. 2.ed. R.de Janeiro: Interciência. 2008,600p.
- SETZER, J.; PORTO, R.L. Tentativa de avaliação de escoamento superficial de acordo com o solo e o seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de S. Paulo. Boletim Técnico do DAEE, v.2 (n.2), São Paulo, 1979, pp.82-135.
- GES. Interior pelo Interior. Relat.Regional-Resumo. Lins,SP: Gov.do Estado de S.Paulo, 1991.
- OLIVEIRA, L.; MACHADO, L.M. O controle da erosão e a percepção ambiental. Anais: IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Marília, 1987. São Paulo: ABGE, 1987.
- DAEE e IPT. Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas. 2.ed., Relat. DAEE-SP e IPT, São Paulo, 1989, 92p.
- REDA, A.L.L.; JAQUIÊ, L.C.L. The importance of storm events for erosion and solid transport: study of a Brazilian sandstone catchment. Anais: IDRA 2000 - XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Genova, 12-15, set., 2000, pp101-08.
- O JORNAL DIÁRIO DA CIDADE. Os problemas são os mesmos. O Jornal Diário da Cidade, Lins, SP, 25-26 nov. 2000, n.2943. p.1.
- CANHOLI, A.P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, 302p, il.

COURSE PROGRAMME DESIGN AND THE ROLE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION YIELDING COMPETENCE IN CIVIL ENGINEERING: CASE OF A BRIDGE UNDER FLOOD RISK

Abstract: *Along the recent history of humankind, Civil Engineering has been seen as the non-military use of science, technology and arts such as to build facilities to provide better quality of living to humans. However, it differs from other categories such as Mechanical, Chemical or Electrical Engineering in that its ‘industrial floor’ is the earth ground, the riverbank or bottom, or the ocean coast or floor (rather than a factory floor) and the open atmosphere commonly stands for its ‘industrial roof’ (instead of man-built ceilings). Thus, industrial products by Civil Engineering, eventually, end up facing environmental phenomena such as Meteorological, Hydrological, Geological or Oceanographic events. This paper main role is to emphasise the importance of a comprehensive Civil Engineering professional education process such as to qualify students to carry out appropriate and sufficient environmental studies prior to, and alongside, planning and design activities – as well as during the execution of a facility. The present study reports the case of a bridge, built on the State of São Paulo Southwest Region sandstone soil, which faced the brink of collapse during the first considerable flood endured after inauguration – so, demonstrating this statement.*

Keywords: *Bridge flood safety, Integrated Engineering action, Comprehensive professional education, Civil Engineering course.*