

# A RELEVÂNCIA DA RELAÇÃO ENTRE O TÉCNICO-CIENTÍFICO E O SOCIOPOLÍTICO SEGUNDO A MALHA DE DISCIPLINAS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL<sup>1</sup>

Maria Lucia G. Borba,<sup>2</sup> Monica F. do A. Porto<sup>3</sup>

## RESUMO

O objetivo deste artigo é um estudo da importância dada à incorporação de temas sociopolíticos na malha de disciplinas dos cursos de graduação em Engenharia Civil, no Brasil. A premissa que levou a esse estudo é a constatação da insuficiência das soluções técnicas em drenagem de águas pluviais implantadas na cidade de São Paulo, para o enfrentamento das consequências de eventos críticos, como inundações, e nas quais a incorporação do sociopolítico no planejamento e execução das obras poderia contribuir para aumentar a sua eficácia. A atenção volta-se, então, para a formação em Engenharia Civil e como esta se aparelha para incorporar as complexidades do sociopolítico, abrindo espaço para uma abordagem multidisciplinar. O estudo revela que as disciplinas que abrangem o sociopolítico estão presentes nos cursos de graduação em Engenharia Civil. Entretanto, ainda que vários trabalhos de conclusão do curso procurem introduzir temas relativos ao sociopolítico, em sua grande maioria, trata-se de trabalhos preparados individualmente, o que pode prejudicar a discussão e a pesquisa sobre a relação entre o técnico-científico e o sociopolítico, dificultando uma abordagem multidisciplinar. Esta facilitaria a reflexão e a incorporação das complexidades do sociopolítico nos trabalhos de conclusão do curso, formando e motivando os futuros profissionais da Engenharia Civil para enfrentá-las.

**Palavras-chave:** Ensino da Engenharia; gestão de águas pluviais e drenagem urbana, técnico-científico e sociopolítico.

## THE RELEVANCE OF THE RELATION BETWEEN THE TECHNICAL-SCIENTIFICAL AND THE SOCIOPOLITICAL ISSUES ACCORDING TO THE SUBJECTS OF THE ENGINEERING GRADUATION COURSE

### ABSTRACT

The objective of this article is to study the importance of incorporating sociopolitical themes into Civil Engineering education in Brazil. The premise that led us to this study is the confirmation of insufficiency of technical solutions to storm water drainage deployed in the city of São Paulo, in order to confront the consequences of extreme events such as floods, and where the incorporation of social-political planning and execution works could contribute to enhance its effectiveness. Attention turns back, then, for training in Civil Engineering and how this course equips itself to incorporate the sociopolitical complexities, making room for a multidisciplinary approach. This study reveals that Disciplines that span the sociopolitical issues are present in undergraduate courses in Civil Engineering. However, although several of under

<sup>1</sup> Este estudo conta com o apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

<sup>2</sup> Socióloga, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – PROCAM/Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo/USP; mlborba@usp.br.

<sup>3</sup> Engenheira Civil, Professora Titular, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo; mporto@usp.br

graduation studies seek to introduce issues related to socio-political, mostly, they are work prepared individually, which can harm the discussion and research on the relationship between scientific-technical and socio-political, hindering a multidisciplinary approach. This would facilitate reflection and the incorporation of social-political complexities in these works, graduating and motivating future Civil Engineering professionals to face them.

**Keywords:** Civil Engineering education; urban storm water management; technical-scientific and socio-political issues.

## INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é o estudo sobre a relação entre o técnico-científico e o sociopolítico na malha de disciplinas adotada pela graduação em Engenharia Civil, no Brasil. A justificativa para este estudo está, por um lado, na relevância do engenheiro como agente de transformação e promotor do bem-estar social, e, por outro, na importância dos desafios que lhe são impostos para o desempenho de sua função. Com isso, se pretende entender como se aparelha a formação do profissional em Engenharia Civil para enfrentar a ocorrência, ainda frequente, de eventos críticos, como as inundações, os problemas de drenagem em centros urbanos

densamente povoados e as complexidades sociopolíticas inerentes à sua atuação.

## DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: COMPLEXIDADE E DESAFIOS

No município de São Paulo, a ocupação do solo, inclusive sobre as planícies inundáveis, tem atingido limites extremos. A evolução da mancha urbana no município aparece na Figura 1, apenas como ilustração do impacto do crescimento da área urbana ocupada sobre o território.

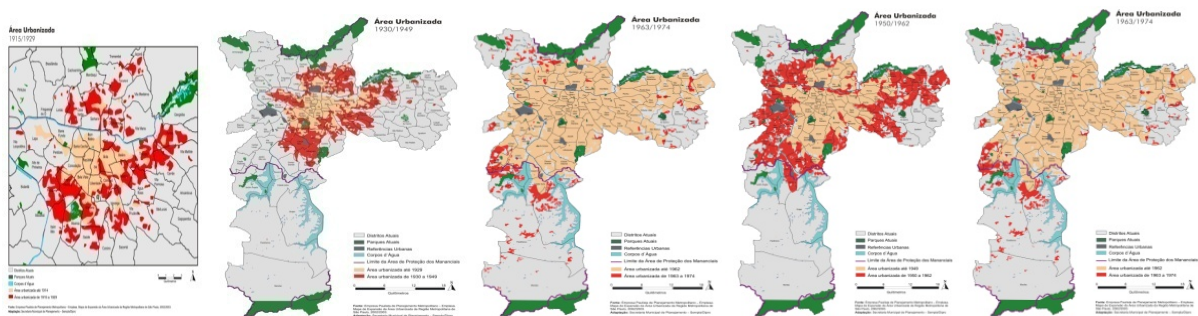


Figura 1 – Evolução da mancha urbana. Município de São Paulo, 1915 a 1974.

Fonte: EMPLASA, Mapa de Expansão da Área Urbanizada da Região Metropolitana de São Paulo 2000/2003. Adaptação: Secretaria Municipal de Planejamento – SEMPLA / DIPRO <<http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/historico/img/mapas/urb-1872.jpg>>. Acesso 05/2013.

O Censo Demográfico de 2010 indica que houve inversão na tendência de perda de população observada desde 1980, tendo sido constatado um acréscimo de quase 180 mil habitantes entre os anos de 2001 e 2010, em vários distritos da área urbana do centro do município (SÃO PAULO, 2011). Ainda que a

população urbana represente 99% de toda a população, ela está concentrada, sobretudo, em apenas 63,58% do total da área.<sup>1</sup>

A ocupação é um dos fatores que contribuem para a impermeabilização do solo,

<sup>1</sup> <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=35&dados=1>>. Acesso em abril de 2013.

fazendo com que o escoamento superficial torne insuficientes os sistemas de micro e macro drenagem implantados, dando lugar à cada vez mais frequente ocorrência de eventos críticos, como são as inundações. Por outro lado, o município de São Paulo vem sendo tratado como “Ilha de Calor” (LOMBARDO, 1985; FREITAS, 2005; SOUZA e MASSAMBANI, 2007). O asfalto que reveste a área urbanizada absorve maior radiação solar, contribuindo para a elevação da temperatura e do volume das precipitações. São, então, criadas as condições ideais de movimento de ar ascendente e o aumento das

precipitações que agravam as enchentes (TUCCI, 2002). Assim como nas grandes cidades brasileiras, nos últimos anos, tem havido maior frequência de níveis de precipitação extremamente intensos (BARROS, 2011). Os dados contidos no Gráfico 1 mostram o incremento da precipitação total anual, em milímetros, e da temperatura média anual, em graus centígrados, no município de São Paulo, para a série de dados registrados, a partir de 1933, pela Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.

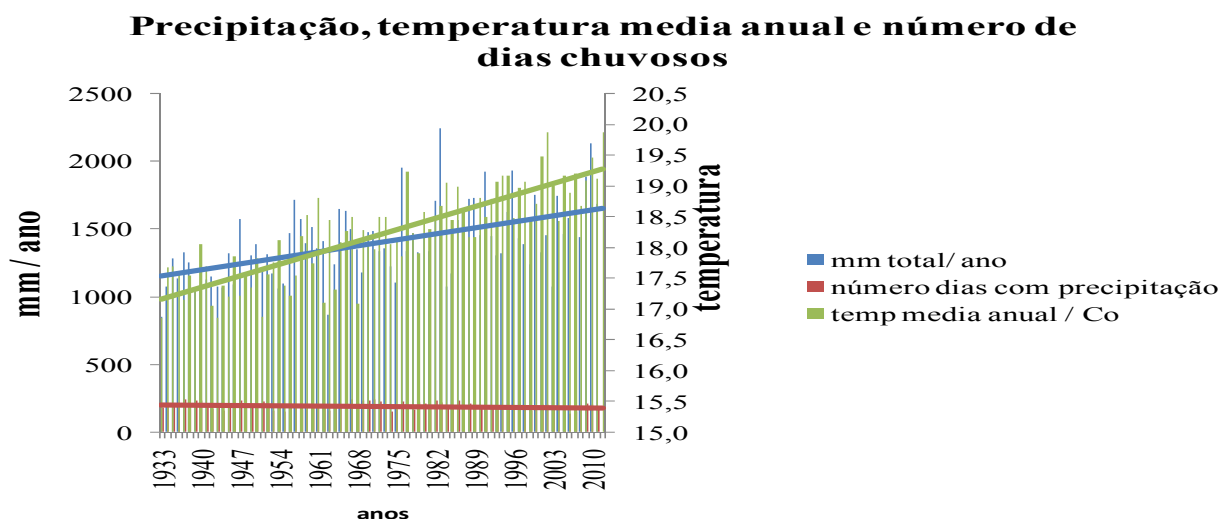


Gráfico 1 – Precipitação, dias chuvosos e temperatura média anual. Município de São Paulo, 1933-2012.

Fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG. Dados trabalhados pelas autoras.

As inundações e os alagamentos impactam diretamente os setores da atividade humana: transporte, habitação, infra-estrutura, para mencionar apenas alguns, atingindo um número cada vez maior de municípios. Hoje, a drenagem e o manejo de águas pluviais têm se tornado preocupação constante por parte de profissionais envolvidos em sua gestão e na implantação de obras. De seu lado, a Engenharia vem tendo papel fundamental nas intervenções em obras de drenagem urbana,

como, por exemplo, a construção dos reservatórios de contenção ou detenção da água da chuva e a canalização tradicional dos cursos d'água. Entretanto, as inundações, cada vez mais frequentes, têm desafiado obras e as mais rigorosas previsões. São eventos que se mostram implacáveis, evidenciando a necessidade de transformação na gestão do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais e de atenção a alguns princípios fundamentais.

## DRENAGEM É ESPAÇO

Em 1926, como chefe da comissão incumbida de formular um projeto de melhoramentos para o rio Tietê, o principal curso d'água na cidade de São Paulo, e combater as inundações que ocorriam desde a ocupação das planícies fluviais inundáveis, o Eng. Francisco Saturnino Rodrigues de Brito afirmou que “a inundação é consequência natural da cheia dos rios e que, se o homem a considera uma calamidade é porque habita ou cultiva em terras inundáveis” (BRITO, 1926, p. 39).

Citando seus contemporâneos, chegou a afirmar que nada ou quase nada pode o homem fazer contra inundações e que, para evitá-las, deve afastar-se de “lugares perigosos”. Afirmou, ainda, que

o homem procura contrariar a natural visita das enchentes e, não podendo intervir no regime de escoamento das águas, adota soluções cujos resultados são insatisfatórios. O problema das inundações é estabelecido pelos caprichos da atividade do homem e a dificuldade de resolvê-lo de maneira completa na maioria dos casos importantes deve ser sensatamente aceita para que se evitem insucessos, despesas excessivas e desilusões.

Em sua obra, concluiu que, “como isto já é sabido há tempos, era tempo de não se criarem mais dificuldades ocupando sem um programa inteligente e cauto as várzeas inundáveis de certos rios” (BRITO, 1926, p. 40).

Essas palavras, proferidas em 1926, refletem os princípios retomados duas décadas depois por Gilbert F. White. Pesquisador de renome internacional, em seu trabalho *Adaptação humana às inundações*, de 1945, White lembrou que “drenagem é espaço” e insistiu na não ocupação de várzeas ou planícies fluviais como primeira medida para se evitar o impacto das inundações. Esse conceito, formulado em época em que a variabilidade climática não era tema incluído, com a importância que hoje se dá, nos debates na academia e foros especiais de discussão sobre o clima e desastres naturais, é tópico

que não perdeu a força de seu significado, passados quase setenta anos dessa sua formulação.

“Adaptação humana às inundações” e “drenagem é espaço” são conceitos que remetem imediatamente ao tema, foco principal deste trabalho: a relação entre o técnico-científico e o sociopolítico, já que a infra-estrutura das intervenções em drenagem urbana não pode fugir de considerações sociopolíticas, como o uso e a ocupação do solo e a formulação e implementação de estratégias de adaptação e de convivência. Para isso, tal como considerado por Saturnino de Brito, em 1909, o engenheiro sanitário tem uma função social (BRITO, 1946), consideração que bem se aplica ao engenheiro civil das obras públicas nos dias de hoje.

## A GESTÃO ADAPTATIVA: ENFRENTANDO EVENTOS CRÍTICOS NO SÉCULO XXI

A adaptação humana às inundações inclui a proposta da introdução da “gestão adaptativa” na gestão das águas urbanas,<sup>2</sup> em articulação com a “gestão integrada”, e vem ao encontro da necessidade de inovar para reduzir os impactos negativos causados por eventos críticos.<sup>3</sup> Pahl-Wostl (2007) confirma a importância da gestão adaptativa da água como a diretriz para um processo mais eficiente e mais eficaz de gestão. Conclui que os problemas ocorrem não tanto por carência de recursos financeiros ou tecnológicos, mas sim pela falta de um processo de gestão consistente com a gestão adaptativa. A concretização das mudanças necessárias requer a transição para uma gestão mais adaptada à complexidade das intervenções e de se prever seus resultados, bem como de se implantar as políticas já existentes de maneira a incluir a necessária flexibilização.

<sup>2</sup> As águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental.

<sup>3</sup> Borba *et al.* (2012) exploram esse tema em trabalho apresentado durante o XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, João Pessoa, 2012, que contou com o apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP.

A gestão adaptativa é definida como “um processo sistemático de introdução de flexibilização nas políticas e práticas de gestão, através da aprendizagem advinda das experiências da implantação de estratégias de gestão” (PAHL-WOSTL, 2007, p. 3). A premissa é que a crescente conscientização sobre os impactos resultantes da variabilidade climática e do compasso acelerado das mudanças demográficas tem levado à compreensão de que a gestão das águas deve ser mais flexível, tendo em vista a necessidade de se lidar com o inesperado. Daí a necessidade de mudanças no paradigma ou no modelo convencional de gestão para o desenvolvimento e da implementação de enfoques de gestão integrada e adaptativa das águas urbanas, estando o engenheiro preparado para enfrentar tais desafios, em ação compartilhada entre governo e sociedade civil.

Assim, parte-se do princípio de que todos os envolvidos na gestão (nos vários níveis) reconhecem que a sustentabilidade e a integração da gestão só ocorrerão com mudanças estruturais que permitam a integração também das decisões, e, ainda, com a flexibilização de estratégias em consonância com a implantação de instrumentos reguladores de uso e ocupação do solo. A gestão integrada deve ser abordada através do conhecimento da legislação vigente

e de seus instrumentos de gestão, da política e da interface entre planos, arranjos institucionais e articulações entre organizações para o planejamento integrado, sobretudo, de saneamento básico, recursos hídricos, planejamento urbano e uso e ocupação do solo, meio ambiente, resíduos sólidos, saúde e educação. Priorizando o foco em manejo de águas pluviais, o princípio da gestão integrada considera a inter-relação entre estes e outros campos de intervenção que tenham interferência na gestão da drenagem urbana e nos usuários dos serviços que oferece. A gestão integrada exige, portanto, cooperação entre instituições, organizações públicas, em seus vários níveis de decisão e atuação, o setor privado, a comunidade acadêmica, pesquisadores e a sociedade civil (TOLEDO e PORTO, 2003, TUCCI, 2004). O uso sustentado dos recursos, a abordagem multissetorial e a prioridade para as medidas não estruturais, como a gestão da demanda, são estratégias básicas na gestão integrada.

A gestão adaptativa e integrada, ao incluir a atenção à sociedade civil, prevê também a adaptação humana a inundações e a tendência à convivência com a água. Esta faz parte de estratégias inovadoras apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – A visão tradicional e a tendência em drenagem e manejo de águas pluviais.

Visão Tradicional	Tendências
Drenagem	Manejo sustentável de águas urbanas
Visão higienista	Visão ambiental
Afastar a água	Conviver com a água
Rio como conduto	Rio como ambiente de lazer, contemplação, desenvolvimento de eco sistemas
Canalizar	Reteter, armazenar, retardar, infiltrar, tratar, revitalizar, renaturalizar
Gestão isolada	Gestão integrada: esgoto, abastecimento, lixo, meio ambiente, uso e ocupação.
Investimentos dependem do orçamento	Cobrança pelo serviço
Controle da poluição: sistema separador	Controle da poluição: sistemas unitários ou mistos, tratamento águas primeira chuva
Atenção apenas para medidas estruturais	Atenção também para as medidas estruturais sustentáveis e não estruturais.

Fonte: YAZAKI, 2009.

Em seus enunciados, Brito (1926, 1946), White (1945), Pahl-Wostl (2007), Toledo e Porto (2003) e Yazaki (2009) evocam a importância da relação entre as questões relativas ao técnico-científico e as relativas ao sociopolítico. O foco deste estudo é verificar como se dá essa relação na formação do engenheiro civil.

Para os fins deste artigo, o **técnico-científico** se refere

- ao campo do conhecimento presente no ensino da Engenharia Civil que constitui a base técnica e científica revestida da racionalidade na abordagem do objeto de estudo, tendo em vista construir o bem-estar da sociedade e formando o futuro profissional que se dedicará à solução de problemas relativos à drenagem e ao manejo de águas pluviais em base à valorização da técnica.

Para os fins deste artigo, o **sociopolítico** se refere

- ao campo do conhecimento que inclui as questões relativas a: Administração, Economia, Ciências do Ambiente, Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania e aos possíveis reflexos da falta de atenção a essas questões sobre a organização social e econômica.

## OS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL DO SÉCULO XXI

O ensino da Engenharia, no Brasil, tem procurado atender às necessidades de uma sociedade em movimento constante em direção ao progresso econômico e social.

O desenvolvimento da arte militar, das estradas de ferro, da indústria siderúrgica, das fábricas de fundição de ferro, o fortalecimento da indústria têxtil, a urbanização, as estradas de rodagem e a indústria automobilística, as novas modalidades da era digital exigiram a formação de engenheiros e técnicos ao longo da história (TELLES, 1994, v. 1 e 2).

No século XXI, as aglomerações urbanas e a correlação entre o aumento de chuvas em eventos extremos, as frequentes inundações e suas consequências exigem novas intervenções. Os esforços técnicos para conter as catástrofes causadas por inundações no município de São Paulo, bem como seus reflexos na organização social e econômica da população, não têm revertido nos benefícios esperados.

Modificações na formação do engenheiro vêm sendo propostas por estudiosos (ROMANO, 1999; MATOS e RUDOLF, 2006; SANTOS e SILVA, 2008; LAUDARES e RIBEIRO, 2010; BAZZO, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2010; CABRAL e BAZZO, 2011) que chamam a atenção para a introdução das complexidades do social, do ambiental e do cultural no ensino da Engenharia. Políticas públicas vêm, igualmente, dando contribuição importante, com vistas à introdução do sociopolítico na malha de disciplinas. Duas delas são tratadas a seguir.

### Diretrizes para a malha de disciplinas da graduação em Engenharia Civil

#### *Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia*

A proposta das *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia* (DCNs), inicialmente aprovada em dezembro de 2001, em parecer emitido pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), delinea os princípios que guiam a formação e as habilidades a serem adquiridas pelo futuro engenheiro. Este “deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas; ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões”. Essa afirmação evoca a necessidade de fazer frente aos desafios dos avanços tecnológicos que demandam o uso intensivo de conhecimentos científicos e o conhecimento das complexidades impostas pelo desenvolvimento do país num mundo

globalizado. As DCNs são explícitas quando à insuficiência proposta pela acumulação de conteúdo e sugerem maiores opções de áreas de conhecimento e, entre outros esforços, o da transdisciplinaridade. O parecer do CNE é claro quanto à “preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática [...], num programa de estudos coerentemente integrado”. Este exige o conjunto de experiências de aprendizado, um processo participativo em que o estudante constrói o seu próprio conhecimento e experiência com orientação e participação do professor e dentro da compreensão totalizante do conhecimento pelo estudante (BRASIL, 2002). São princípios que abrem espaço para a introdução dos temas relativos ao “sociopolítico” e ao seu exercício.

O Núcleo Básico proposto pelas DCNs representa 30% da carga horária mínima, e abrange Administração, Economia, Ciências do Ambiente, Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania. O Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, inclui as disciplinas Ergonomia e Segurança do Trabalho; Estratégia e Organização; Gerência de Produção; Gestão Ambiental; Gestão Econômica; Gestão de Tecnologia; Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico.

### ***Preparando o engenheiro civil para o futuro segundo política da ASCE***

A Sociedade Americana de Engenheiros Civis (ASCE) reconhece a necessidade de mudanças na formação do engenheiro civil para responder ao momento atual do processo de globalização pelo qual passa a economia de todos os países, assim como para o enfrentamento de problemas relativos à sustentabilidade do planeta e o desenvolvimento de novas tecnologias. O objetivo é poder enfrentar as complexidades e identificar, definir e resolver problemas, para garantir segurança, saúde e bem-estar público

da sociedade. Propõe-se que o engenheiro civil seja reconhecido como liderança na garantia de um mundo sustentável e de qualidade de vida, estando consciente de sua responsabilidade social de proteger a segurança pública, a saúde e o bem-estar (ASCE, 2008). Segurança pública, nesse contexto, significa proteger cidadãos da vulnerabilidade a que está sujeito o meio urbano, por exemplo, a proteção contra inundações, alagamentos e deslizamentos, tão comuns em situação de enchentes. Promove a adoção de um corpo de conhecimentos, de habilidades e atitudes em profundidade e abordagens necessárias para preparar o indivíduo para a prática da Engenharia Civil em nível profissional no século XXI. Sua proposta inclui, no curso básico – fundamental e com o mesmo peso, as disciplinas de Matemática, Ciências Naturais, Ciências Sociais e Humanidades.

Por Humanidades, a ASCE entende as disciplinas que estudam os aspectos humanos do mundo, incluindo a Filosofia, a História, a Literatura, Artes Visuais e Cênicas, Linguagem e Religião, necessárias para que o estudante desenvolva uma afinidade e apreciação pela importância de chegar a soluções para a Engenharia, em consonância com o mundo à sua volta. As Ciências Sociais, para a ASCE, compreendem a Economia, a Ciência Política, a Sociologia e a Psicologia, e alguns estudos da História, para que a atuação do engenheiro civil se insira na realidade através de serviços prestados à sociedade e em consonância com a compreensão dos fenômenos da organização social, cultural, política e institucional.

### ***A importância da abordagem multidisciplinar na formação em Engenharia Civil***

O exame das DCNs e da política da ASCE aponta para a importância da multidisciplinaridade desde a formação inicial do engenheiro civil. Os benefícios conseguidos pelos projetos de conclusão da graduação em Engenharia, quando realizados por equipes multidisciplinares – ainda que

dentro da própria Engenharia Civil –, foram relatados por Miller e Olds (1994) com base em resultados de pesquisas realizadas em universidades norte-americanas. A necessidade de desenvolver produtos industriais para concorrer com um mercado mundial altamente competitivo já vinha preocupando as universidades, no sentido de melhorar o desempenho de engenheiros, através de uma formação mais adaptada ao “mundo real”. Essa adaptação requer o desenvolvimento da criatividade do estudante, a resolução de problemas sem soluções prontas, o desenvolvimento e o uso de metodologia de projeto, a formulação de especificações para o objeto do projeto, a consideração de soluções alternativas e de viabilidade do empreendimento. Além disso, inclui uma variedade de obstáculos realistas, sejam de ordem econômica, de segurança, confiança, estética, ética, impacto social, entre outros. Prevê a introdução de Humanidades e Ciências Sociais na formação em Engenharia, com vistas a sensibilizar estudantes para o reconhecimento da importância da colaboração em lugar da competição para alcançar melhores resultados em projetos. Miller e Olds introduziram um modelo de currículo multidisciplinar para a elaboração de trabalhos de conclusão da graduação, sob a supervisão de diversos orientadores. A avaliação do curso mostrou que os estudantes que prepararam seus trabalhos de conclusão do curso em equipes multidisciplinares (Engenharia Química, Mecânica, Elétrica e outras opções da Engenharia Civil, Engenharia Geofísica, Metalúrgica, Física e Matemática) acabaram por desenhar projetos de melhor qualidade e mais apropriados à necessidade do cliente, produziram relatórios de alta qualidade profissional, numa experiência que ajudou a fortalecer, no estudante, a conduta e a comunicação profissionais. A pesquisa revelou, ainda, que os estudantes em equipes multidisciplinares se sentiram mais satisfeitos com seu próprio desempenho no projeto e também nas discussões, já que os assuntos tratados não

abarcaram somente aqueles relativos à técnica em si, mas abordaram temas relativos ao social e ao cultural.

A conclusão a que chegaram Hotaling e colaboradores (2012), em sua análise quantitativa sobre os efeitos de um projeto de conclusão da graduação preparado por uma equipe multidisciplinar, confirmam os resultados de Miller e Olds (1994). Admitindo-se que, na sua vida profissional, os engenheiros terão que lidar com situações e problemas de várias origens e dimensões, se supõe que projetos realizados pelos estudantes em equipes multidisciplinares chegam a melhores resultados, medidos pela melhor colocação em emprego e melhor avaliação por profissionais. A análise realizada em uma universidade norte-americana, nos cursos de Engenharia Biomédica e Engenharia Mecânica, compara os resultados obtidos por equipes multidisciplinares e por equipes unidisciplinares, formadas para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). O que se apreendeu é que aquelas foram mais bem sucedidas que estas em seu desempenho, inovação, utilidade, análise, conceituação e comunicação, e, em geral, os membros das equipes multidisciplinares tiveram maior facilidade em conseguir um emprego. Ainda que voltada para a engenharia de desenvolvimento de projetos para a indústria, trata-se de inspiração para as áreas da Engenharia Civil, que devem se abrir para reconhecer a inadequação do pensamento e do conhecimento fracionado para enfrentar as dificuldades impostas pelo mundo atual, e buscar o caminho para a integração dos saberes.

***A malha de disciplinas dos cursos de graduação em Engenharia Civil e a relação entre “técnico-científico” e o “sociopolítico”***

Trata-se aqui de examinar se são oferecidas disciplinas relativas ao sociopolítico, segundo as DCNs e a política da ASCE, no intuito de reconhecer em que medida os cursos de Engenharia Civil



valorizam a relação entre o técnico-científico e o sociopolítico.

Para este exercício, foram selecionados os cursos de graduação em Engenharia Civil classificados entre os melhores do Brasil, segundo o Instituto Nacional de Ensino e Pesquisa (INEP)<sup>4</sup> do Ministério da Educação, nas suas duas últimas avaliações: Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA); Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PCU-RIO); Instituto Militar de Engenharia (IME); Universidade de Brasília (UnB); Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Universidade Estadual de Maringá (UEM); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade Federal de Alagoas (UFAL); Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP, em Ilha Solteira); Universidade Paulista (UNIP); Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR, em Pato Branco); Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). A Universidade de São Paulo (USP) não participa das avaliações do INEP, entretanto, a USP faz parte da amostra desta pesquisa, por já ter sido considerada entre as melhores do mundo e da América Latina, por algumas organizações empenhadas em medir o desempenho de instituições de ensino superior.<sup>5</sup>

Através do exame do Projeto Pedagógico dos cursos de graduação em Engenharia Civil dessas universidades e de consulta às páginas das mesmas, na Internet, foi constatada a incorporação das disciplinas relativas ao sociopolítico recomendadas pelas duas políticas educacionais que servem de referência a este trabalho: as DCNs e a política da ASCE.

Além dessa constatação, foi examinado se esse conhecimento é valorizado pelo

estudante a ponto de usá-lo em seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). A premissa que orientou este exercício é que o interesse do estudante em relacionar o técnico-científico ao sociopolítico o levaria a elaborar seu projeto final em segmentos em que essa relação estivesse presente. Com isso, estaria já envolvido com a preocupação de incorporar as complexidades do sociopolítico em sua atuação profissional.

No total, 209 títulos de TCCs foram coletados. Infelizmente, durante esta pesquisa, somente foi possível acessar o texto integral de TCCs de seis cursos: POLI/USP; UFSCAR-Engenharia Urbana; ITA; IME; UTFPR e UFRGS. Isso mostra a importância de as instituições garantirem a acessibilidade dos trabalhos acadêmicos, que nem sempre são disponibilizados.

Num primeiro momento, a pesquisa pretendia verificar se os trabalhos incorporavam o sociopolítico a partir do exame dos seus títulos. Entretanto, ao se analisar textos inteiros, verificou-se que muitos dos títulos não permitem chegar a essa conclusão.

O Gráfico 2 mostra a relação dos trabalhos cujo texto integral foi examinado e os temas relativos ao sociopolítico que incorporam. Na elaboração desse gráfico, alguns temas foram agrupados em grandes temas. Uso e Ocupação do Solo foi incorporado ao tema Planejamento Urbano; Logística ao tema Administração; Impactos no Meio Ambiente ao tema Questões Ambientais; Orçamento Familiar e Moradia Popular ao tema Questões Sociais/Socioeconômicas; Pesquisa de Mercado ao tema Estudo de Mercado; Avaliação Econômico-financeira ao tema Viabilidade. Cidadania, Direitos Humanos, Participação Popular e Percepções, Conscientização e Disseminação para a Comunidade formam um só grupo.

<sup>4</sup> <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/indice-geral-de-cursos>>.

<sup>5</sup> <<http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2012/reputation-ranking>>; <<http://www.usnews.com/education/worlds-best-universities-rankings/best-universities-in-latin-america>> e <<http://portal.inep.gov.br/planilhas-enade>>. Esses sites foram acessados em 13 de fevereiro de 2013.

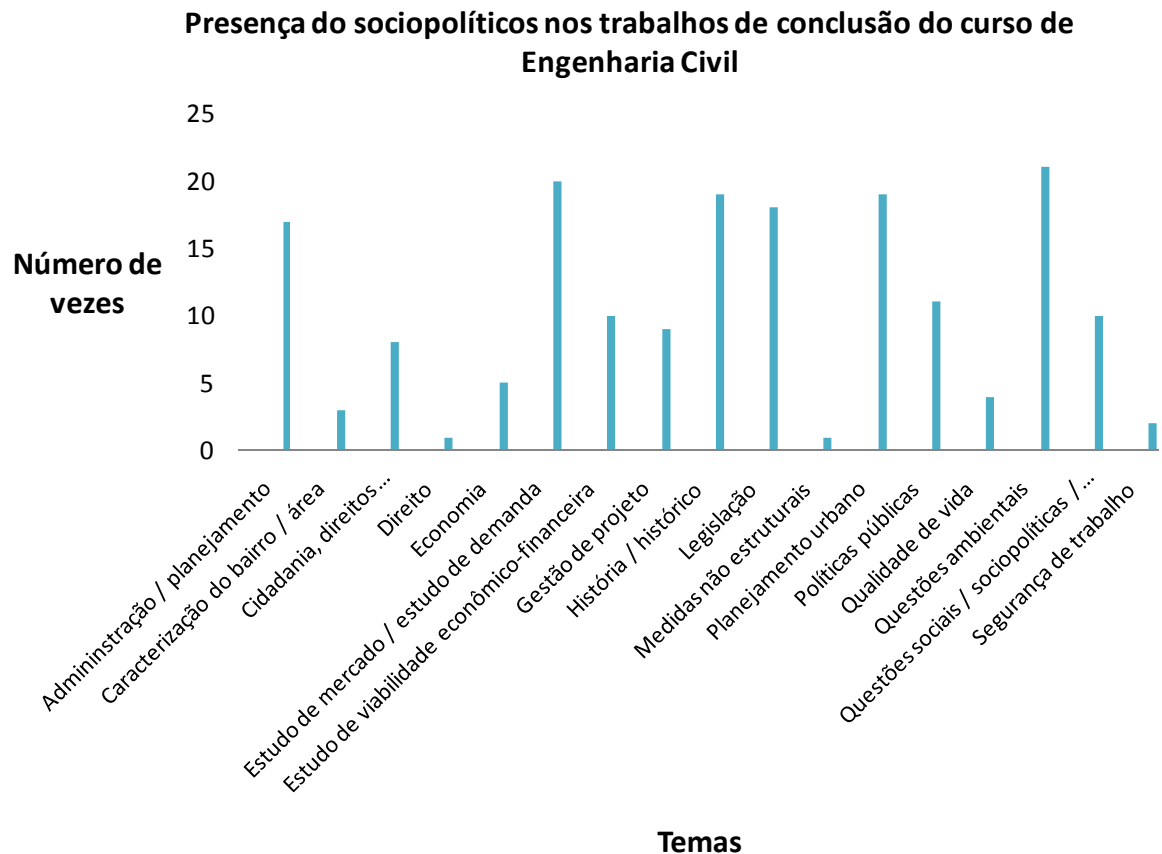


Gráfico 2 – Número de vezes em que aparecem temas relacionados ao sociopolítico em Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs). Dados trabalhados pelas autoras, a partir do exame integral dos trabalhos de POLI/USP, UFSCAR-Engenharia Urbana, ITA, IME; UTFPR e UFRGS.

O Gráfico 2 indica que os estudantes têm se mostrado interessados em abordá-los nos projetos que tendem a remetê-los ao seu futuro mundo de engenheiros. Os temas que predominam se referem à administração, o estudo de mercado, o impacto ambiental e legislação. Nota-se a preocupação com o futuro do projeto e sua implementação. No entanto, na execução desses projetos, não interagem suficientemente com representantes de outros setores, o que seria um exercício importante, já que essa interação a encontrarão na sua vida profissional.

A informação contida no Gráfico 3 mostra que são poucos os trabalhos realizados em equipe. É interessante notar que o curso na POLI/USP exige que os TCCs cubram abordagem multidisciplinar da Engenharia Civil<sup>6</sup> e, junto com a UTFPR, são os únicos

TCCs elaborados por equipes e não individualmente.

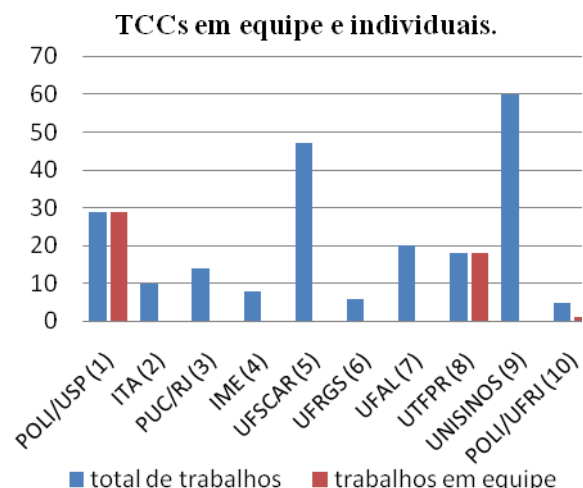


Gráfico 3 – TCCs em equipe e individuais.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> <<https://uspdigital.usp.br:jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=0300001&verdis=3>>.

<sup>7</sup> (1) Consulta na biblioteca da POLI/USP – Civil, ano 2012; (2) <<http://www.civil.ita.br/graduacao/tgs/resumos/display.php?Year=2012>>, ano 2012; (3) enviado por e-mail pela coordenação do curso, ano 2012; (4) <<http://www.ime.br/projetos-grad-fort-const.html>>, ano 2006; (5) consulta no departamento e enviado

Engenheiros têm se destacado no enfrentamento das questões administrativas no município, chegando a cargos de primeiro escalão na hierarquia de níveis de decisão.<sup>8</sup> Sua influência para a sensibilização do trabalho técnico em equipes multidisciplinares é crucial. Dada a constatação do valor da formação de equipes multidisciplinares para o sucesso de TCCs (MILLER e Olds, 1994; HOTALING *et al.*, 2012), aceitar a sua importância para os projetos de intervenção em obras públicas, em geral, e em drenagem urbana e manejo de águas pluviais, em particular, é conclusão decorrente desta constatação.

Além da interação com especialistas de várias áreas, pode ser proveitoso estimular a interação com gestores de planejamento urbano, legisladores, atores sociais presentes na área de implantação das obras, ou seja, autoridades locais, os comerciantes, as associações de moradores e os próprios moradores, entre outros “clientes diretos” de obras que afetarão a vida e a organização da área onde são implantadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da intensidade das chuvas e de inundações e suas consequências sociais e econômicas para a vida no município de São Paulo confirmam que as soluções técnicas implantadas não têm alcançado o equilíbrio entre o investimento feito e o benefício esperado. O engenheiro civil, formado para enfrentar as exigências da técnica construtiva, deve exercer sua função social e estar

preparado para enfrentar também as complexidades do sociopolítico, impostas pela necessidade da adaptação humana às inundações, no nível da gestão e da convivência.

Se “drenagem é espaço”, e este está ocupado por empresas, residências e calçamento que obstrui o caminho das águas, e se o engenheiro das obras públicas tem uma “função social” a cumprir, as complexidades do sociopolítico devem vir junto com as preocupações inerentes ao campo técnico-científico de conhecimento e atuação. A formação com abordagem multidisciplinar dá suporte à gestão adaptativa e integrada do manejo de águas pluviais.

O exame da grade de disciplinas dos melhores cursos de graduação em Engenharia Civil, no Brasil, mostrou que Humanidades, Ciências Sociais, Meio Ambiente, Direito, Economia e Administração aparecem tanto em disciplinas obrigatórias quanto nas optativas. Nota-se, então, que há uma preocupação por parte das instituições de ensino superior em incorporar questões relativas ao sociopolítico ao curso de graduação em Engenharia Civil, no qual predomina o técnico-científico. Entretanto, ainda que vários dos Trabalhos de Conclusão de Curso incluam temas relativos ao sociopolítico, a maioria é de trabalhos individuais em detrimento de uma abordagem multidisciplinar, não lançando o estudante no mundo das intervenções de outros setores que o espera em sua vida profissional.

Se os esforços do técnico-científico, ou seja, do campo do conhecimento e da atuação por excelência do engenheiro, não estão trazendo os benefícios esperados no que se refere à drenagem e ao manejo de águas pluviais, frente ao investimento em recursos financeiros e humanos realizados, cabe à Engenharia mostrar novos caminhos.

A adaptação às situações incontroláveis deve aliar o técnico-científico ao sociopolítico, para o enfrentamento dos desafios que se apresentam. Entender, desde a graduação, as bases de uma formação sociopolítica, e praticar a gestão adaptativa e integrada do manejo de águas pluviais, em equipes multi-

---

por e-mail, anos 2011 e 2012; (6) anos 2010, 2011 e 2012 <<http://sabi.ufrgs.br>>; (7) enviado por e-mail, ano 2012; (8) ano 2012, <<http://www.pb.utfpr.edu.br/bibliotecadigital/index.php/bd-ecv-pb/issue/view/64>> e <<http://www.pb.utfpr.edu.br/bibliotecadigital/index.php/bd-ecv-pb/issue/view/65>>; (9) ano 2012, enviado por e-mail; (10) ano 2012, disponível em <<http://monografias.poli.ufjf.br/>>.

<sup>8</sup> Vários dos administradores em cargos de gestão na prefeitura de São Paulo e mesmo vários prefeitos da cidade foram engenheiros formados pela Escola Politécnica da USP (POLI/USP). Entre estes últimos, estão Luís Inácio de Anhaia Melo (1931), Henrique Jorge Guedes (1931-1932), Francisco Prestes Maia (1938-1945 e 1961-1965), Paulo Maluf (1969-1971 e 1993-1997), José Carlos de Figueiredo Ferra (1971-1973), Olavo Egydio Setubal (1975-1979), Reinaldo de Barros (1979-1982), Mário Covas (1983-1986), Gilberto Kassab (2006-2012).

disciplinares que incluem as preocupações inerentes ao social, à administração pública, ao jurídico, ao ambiental e às humanidades, tal como previsto pelas políticas educacionais para a Engenharia Civil, é um caminho para o sucesso de intervenções inovadoras.

## REFERÊNCIAS

- ASCE – American Society of Civil Engineers. **Civil engineering body of knowledge for the 21st Century**: preparing the Civil Engineer for the future. Body of Knowledge Committee/Academic Prerequisites for Professional Practice. 2nd ed. Reston, USA, 2008.
- BARROS, Mario Thadeu Leme de. **Chuvvas intensas e cidades**: eventos extremos: fenômenos naturais ou consequências das ações humanas? Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP/Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Apresentação à Associação Brasileira de Águas Subterrâneas em 28 de fevereiro de 2011 – São Paulo. Disponível em <<http://www.abas.org/eventosextrmos/abrh.pdf>>.
- BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2011. v. 700. 258p.
- BORBA, Maria Lucia G.; TOMINGA, Erika. N.; PORTO, Monica F. do Amaral; YASAK, Luiz Fernando Orsini. Requisitos para a gestão adaptativa e integrada das águas urbanas: o caso do município de São Paulo. In: *Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, João Pessoa, 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Resolução CNE/CES 11/2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.
- BRITO, Francisco Saturnino Rodrigues de. **Melhoramentos do rio Tietê em São Paulo – relatório**. Seção de Obras d’ “O Estado de São Paulo”. 1926. 236p. acrescidas de mapas.
- BRITO, Francisco Saturnino Rodrigues de. **A função social do engenheiro sanitário**. 4º Congresso Médico Latino-Americano de 1909. Obras completas de Saturnino de Brito, v. XXII. Economia, Sociologia e Moral. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro, 1946.
- CABRAL, Carla Giovana; BAZZO, Walter Antonio. Contribuições do campo CTS para o ensino de graduação em engenharia no Brasil. In: **Anais do 10º Congresso Ibero-Americano de Engenharia Mecânica**, 10º CIBEM. Porto, Portugal: Universidade do Porto, 2011.
- FREITAS, E. D. de; DIAS, P. S. de. Alguns efeitos de áreas urbanas na geração de uma ilha de calor. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 3, p. 355-366, 2005.
- HOTALING, Nathan; BURKS, Barbara Fasse; BOST, Lewis F.; HERMANN, Christopher D.; FOREST, Craig R. A quantitative analysis of the effects of a multidisciplinary engineering capstone design course. **Journal of Engineering Education**. p. 630-656, October, 2012.
- LAUDARES, João Bosco; RIBEIRO, Shirlene: Trabalho e formação do engenheiro. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, DF, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez. 2000.
- LOMBARDO, Magda A. **Ilha de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo Geografia, teoria e realidade. São Paulo: Editora Hucitec, 1985. 244p.
- MATOS Lúcio F. da S.; RUDOLF, Édimo C. A LDB e a formação do engenheiro-professor. In: **Anais do XXXIV COBENGE**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, set. 2006.
- MILLER, Ronald L.; OLDS, Barbara M. A model curriculum for a capstone course in multidisciplinary engineering design. **Journal of Engineering Education**, p. 1-6, October, 1994.
- OLIVEIRA, Bernardo Casimiro Fonseca de; VON PARASKI, Henrique; BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. O papel do engenheiro no gerenciamento do desenvolvimento tecnológico e social. In: **Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza, set. 2010.
- PAHL-WOSTL, C. Requirements for adaptive water management. In: Adaptive and integrated water management. Coping with complexity and uncertainty. Pahl-Wostl, C. *et al.* (editors). Düsseldorf: Springer Verlag, 2007.
- SÃO PAULO. Prefeitura de São Paulo. O centro expandido volta a crescer: distribuição territorial da população. **Informes Urbanos**, n. 2, 2011 Disponível em <[http://smdu.prefeitura.sp.gov.br/informes\\_urbanos/pdf/2.pdf](http://smdu.prefeitura.sp.gov.br/informes_urbanos/pdf/2.pdf)>. Acesso em abril de 2013.
- ROMANO, Fabiane Vieira: Repensando a Engenharia Civil para o século XXI. In: **Anais COBENGE 99**: a engenharia para o Brasil do

século XX. Natal, 1999 Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/1999/st/t/t013.PDF>>. Acesso em abril de 2013.

SANTOS, Sara Rios Bambirra; SILVA, Maria Aparecida da: Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI. **Educação em Foco**. Belo Horizonte. Ano 11, n. 12, p. 21-35, dez. 2008.

SOUZA, A. L. F de; MASSAMBANI. Ilha de calor urbana na região metropolitana de São Paulo. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5151-5157.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil**. Séculos XVI a XIX. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, v. 1, 1994.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil**. Século XX. 2. ed. Rio de Janeiro: Clavero, v. 2, 1994.

TOLEDO Ricardo S.; PORTO, Monica Ferreira do Amaral. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 47, p. 129-145, 2003.

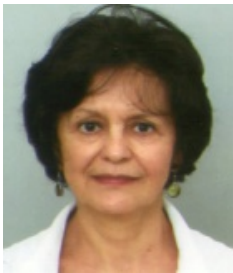
TUCCI, Carlos E. M. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre recursos hídricos**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2002.

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **REGA**, v. 1, n. 1, jan./jun. 2004. p. 59-73.

WHITE, Gilbert F. **Human adjustment to floods, a geographical approach to the flood problem in the United States**. Chicago, Illinois, USA: The University of Chicago. 1945.

YAZAKI, Luiz Orsini. **Manejo de águas pluviais e revitalização do ambiente urbano**. 2º Congresso Internacional da Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas (ABAP), Rio de Janeiro, 21 a 23 out. 2009.

#### DADOS DAS AUTORAS



**Maria Lucia G. Borba**. Socióloga. Possui Título de Bacharel em Ciências Sociais (1967) pela Pontifícia Universidade Católica do Peru e Licenciatura (curta, 1969) em Ciências Sociais pela Universidade de São Paulo / USP. Possui Título de Mestre (MSc) em Ciência Ambiental (2009) pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – PROCAM, do Instituto de Energia e Ambiente – IEE/USP. É aluna do Doutorado (PhD) do mesmo Programa. A metodologia da pesquisa do Mestrado foi agraciada com o Prêmio Mário Covas em Inovação na Gestão Pública (2009). Experiência profissional como socióloga nas áreas de gestão compartilhada da água urbana e dos recursos hídricos. De 1986 a 2006, foi membro da equipe profissional do IRC Water and Sanitation Centre, em Haia, Holanda.



**Monica Ferreira do A. Porto**. Possui graduação em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1978), mestrado em Engenharia Civil, pela Universidade de São Paulo (1983) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1993). Atualmente é Professora Titular da Universidade de São Paulo e pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Exerce o cargo de Vice-Chefe do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da EPUSP. Exerce o cargo de Diretor Presidente da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH. Foi presidente da Associação Brasileira de Recursos Hídricos e diretora da International Water Resources Association. Tem experiência na área de Recursos Hídricos, com ênfase em Qualidade da Água, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade da água, gestão integrada de recursos hídricos, gerenciamento de recursos hídricos, gestão de recursos hídricos e qualidade da água.