

## **CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO – ES**

**Autora: Wainny de Almeida Souza**

**(acadêmica do curso de Direito)**

**Professor orientador: André Araujo**

**(Professor da disciplina de Gestão Ambiental no Centro Universitário  
São Camilo – ES)**

### **GESTÃO AMBIENTAL E IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Curso de Graduação em Direito, no Centro Universitário São Camilo –  
ES**

**Cachoeiro de Itapemirim – ES; 2012.**

#### **RESUMO**

Ao longo dos anos a construção civil vem evoluindo para atender as necessidades imediatas de cada indivíduo, contudo com o passar do tempo, notou-se que toda nova edificação produz impactos, sejam ambientais sociais ou econômicos. O presente trabalho nos mostrará como esses resíduos vêm sendo administrados, os potenciais danos causados pela gestão inadequada dos mesmos, e por fim a nova forma de se construir de forma sustentável, buscando reduzir o impacto da indústria da construção civil, bem como a reutilização dos resíduos gerados.

**Palavras chaves:** Gerenciamento de Resíduos; Construção Civil;  
CONAMA Nº307

## **INTRODUÇÃO**

O gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil no Brasil é uma questão ambiental, que infelizmente, ainda é pouco explorada e reflete a evolução lenta quando se fala em sustentabilidade. Há muito resíduo sólido como entulho e pouca atividade de reutilização, reciclagem do mesmo.

O problema ambiental gerado pelos resíduos depositados de forma dissoluta em aterros clandestinos, acostamentos e rodovias deve ser resolvido visando preservar o meio ambiente.

No presente trabalho será abordado o impacto que esses resíduos vem trazendo ao meio ambiente. Existem diversas formas de preservação ambiental, mas infelizmente quando se refere aos resíduos civis pouco é falado, indivíduos, construtoras, municípios e estados estão constantemente fazendo o mal uso desses detritos.

O processo de desenvolvimento da economia mundial, do final da década passada até os dias atuais, tem inserido nas empresas, de modo geral, novos conceitos de administração e gerenciamento. Estas mudanças acabaram por implantar um anseio pela qualidade, por parte dos consumidores que aprenderam a reivindicar seus direitos, e exigir pelo o que estão pagando.

Também influenciada por este processo, a indústria da construção Civil passa a dar destaque as questões relacionadas à qualidade, reanalizando e modificando suas tecnologias e seus métodos de produção e gerenciamento. (PINTO, 1999).

Aprender novas formas de utilizar desses resíduos significa uma economia para a empresa, e ainda reciclar esses restos que até então eram descartados como formas de lixo comum, o que geralmente acaba nos rios, córregos e ruas, ou seja um destino completamente inadequado.

Os resíduos de construção e demolição respondem por uma significativa parcela dos resíduos sólidos municipais. Gerenciá-los, numa grande cidade, é muito oneroso e difícil, e a tendência é que estas dificuldades aumentem na mesma proporção do volume gerado. Cada vez mais são necessárias alternativas mais amplas e tecnologicamente complexas. Algumas prefeituras, estão partindo para a reciclagem de entulhos em usinas montadas com essa finalidade (ZORDAN, 1997).

## **IMPACTO DOS RESÍDUOS**

Primeiramente é importante destacar que há divergências doutrinárias no que se refere ao termo usado para esses resíduos; muitos utilizam as abreviaturas RCD e RCC para Resíduos da Construção Civil e Resíduos Civis da Demolição, respectivamente, ou ainda apenas entulhos.

Podemos dizer que são considerados resíduos ou entulhos todos aqueles materiais provenientes dos restos da construção, como: concretos, tijolos, argamassas, aço, madeiras e outros. Os resíduos podem ser classificados de acordo com seu tipo de origem como fragmentos de elementos pré moldados, telhas, tijolos, cerâmicas, azulejos, blocos e outros materiais provenientes de demolições (AMBIENTE, 2002)

Ao analisar a processo evolutivo dessa preocupação com esses entulhos percebemos que no final dos anos 80, no processo preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, a RIO 92, foi aprofundada a questão do Desenvolvimento Sustentável, que resultou em uma visão voltada ao meio ambiente.

Até o presente momento, não havia nenhuma preocupação quanto ao esgotamento dos recursos não renováveis utilizados para a construção civil e, muito menos, com os custos e prejuízos causados pelo desperdício de materiais e destino dados aos rejeitos produzidos nesta atividade. No Brasil, devido a completa falta de consciência ecológica dessa área resultou em estragos ambientais irreparáveis.

Como destacado por CARNEIRO et al (2001), a construção civil é considerada uma das atividades que mais geram resíduos e alteram o meio ambiente, em todas as suas fases, desde a extração de matérias-primas, até o final da vida útil da edificação. JOHN (1996) salienta que os valores internacionais para o volume do entulho da construção e demolição oscilam entre 0,7 e 1,0 toneladas por habitante/ano.

Hoje o consumo de materiais pela construção civil nas cidades é pulverizado. Cerca de 75% dos resíduos gerados pela construção nos municípios provêm de eventos informais (PINTO,2005) como é o casos de obras, reformas ou demolições pelos próprios proprietários que pouco sabem o destino correto desses “restos civis”.

Segundo PINTO, 2005 os fluxos da destinação dos resíduos da construção civil nas cidades, associada ao descompromisso dos geradores no manejo e, principalmente, na destinação dos resíduos, provocam os seguintes impactos ambientais:

- degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- proliferação de agentes transmissores de doenças;
- assoreamento de rios e córregos;
- obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias, sarjetas, etc.

- ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana;
- existência e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade.

Por constituírem um grande destaque na economia do país, a indústria da construção civil é responsável por um enorme impacto ambiental. Quando se fala na economia do país, deve-se sempre lembrar que não nos referimos apenas a questões financeiras. Essas empresas oferecem diariamente um elevado número de empregos, além da viabilização de moradias, renda e infraestrutura, por isso é que faz-se necessário uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados.

Alguns dos grandes problemas ambientais decorrentes da geração de Resíduos da construção Civil (RCC) e Resíduos da construção e demolição (RCD) são, como bem explicita FRAGA (2006), a saturação de espaços disponíveis nas cidades para descarte desses materiais, uma vez que eles correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos em cidades de médio e grande porte no Brasil. No país, estima-se que é gerado anualmente algo em torno de  $68,5 \times 10^6$  toneladas de entulho. Um outro fator a se destacar é a extração desnecessária de recursos naturais que poderiam ser evitados com a reutilização e/ou reciclagem do entulho gerado.

Além disso, o entulho é responsável por altos custos sócio-econômicos e ambientais nas cidades em função das deposições irregulares. Por exemplo, na cidade de São Paulo, estes gastos são na ordem de R\$ 45 milhões/ano para coleta-transporte-deposição destes resíduos (ÂNGULO, 2002).

Segundo um estudo, as construções na União Europeia são responsáveis por mais de 40% do consumo total de energia e estima-se que o setor da construção gere aproximadamente 40% de todo o lixo produzido pelo homem (GONZÁLEZ E RAMIRES, 2005).

Uma edificação, independentemente de ser de pequeno, médio ou grande porte, altera significativamente o meio ambiente, seja na etapa de produção, seja na manutenção ou no uso, sempre irá causar impacto ao meio ambiente.

## **LEGISLAÇÃO**

Até o ano de 2002 pouco se falava nos dejetos da construção civil, contudo, a sociedade passou a notar a “montanha de lixo” gerada por esses restos de construções, assim em 05 de julho de 2002 o CONAMA publicou a

Resolução nº 307, que dispõe sobre diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento dos resíduos da construção civil.

Neste documento encontra-se a definição sobre estes resíduos e sua classificação, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e os geradores de resíduos no que se refere a sua destinação.

Com tal resolução foi estabelecido que os municípios deveriam ter seus planos prontos para execução até o início de 2004. No entanto, são poucos os municípios que efetivamente implantaram uma gestão eficiente em relação ao tema.

Importante lembrar que a Resolução CONAMA nº 307 considera as aceções trazidas pela Lei de Crimes Ambientais, que prevê penalidades para a disposição incorreta de resíduos.

Também podemos contar com o Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras. “O Sistema tem como objetivo estabelecer um preceito de qualificação evolutiva adequado às características específicas das empresas de serviço atuantes na Construção Civil (em obras e em serviços de engenharia e projetos), visando contribuir para a evolução da qualidade no setor” (REGIMENTO DO SISTEMA DE QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS), como condição para qualificação das construtoras de alvenaria, concreto e solos.

Diversos municípios vem editando leis que tem como objetivo a melhoria na qualidade de destinação destes resíduos, como são os casos abaixo:

Decreto nº 332/2008 de Ribeirão Preto que disciplina o sistema para a gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos do município de ribeirão preto e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil

Decreto municipal nº 5.984, de 26/09/2005 do município de Diadema, São Paulo, que regulamenta a Lei nº 2.336, de 22 de junho de 2004 que versa sobre o Sistema para Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos no âmbito do município de Diadema e a Lei nº 1587 de 13 de outubro de 1997 que dispõe sobre o uso de caçambas estacionárias no município.

Lei nº 6126/2006 de Guarulhos SP que institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e volumosos e dá providencias correlatas.

Dentre as responsabilidades dos geradores de resíduos está o gerenciamento dos RCD a partir de sua geração até o momento de sua destinação final. É primordial adotar métodos e técnicas que estejam de acordo com a legislação vigente, os quais devem estar sempre em vigor na

administração da empresa. A responsabilidade do transportador é cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações do processo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e de RCD. Quanto ao cedente de área para recebimento de inertes, sua responsabilidade também é cumprir as determinações normativas que disciplinam os procedimentos e operações de aterros de inertes e seu controle ambiental. O poder público tem como responsabilidade orientar, controlar e fiscalizar a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Compete-lhe também, equacionar soluções e adotar medidas para a estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil para posterior destinação às áreas de beneficiamento (SINDUSCON-MG, 2005).

A quantidade de entulho gerado nas construções que são realizadas nas cidades brasileiras demonstra uma enorme perda de material e pode servir como um indicados do desperdício do mesmo. Os custos desse desperdício são distribuídos por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos da remoção do tratamento do entulho. (AGOPYAN, 2001)

## **SUSTENTABILIDADE**

HARTMANN (2003) define desenvolvimento sustentável como exploração equilibrada dos recursos naturais, de maneira a satisfazer as necessidades e o bem-estar da presente geração sem comprometer as condições de sobrevivência das gerações futuras, incorporando, dessa forma, a variável ambiental.

Para JOHN (2000), a visão de desenvolvimento sustentável surge como decorrência de a percepção sobre o desenvolvimento e a preservação ambiental se perpetuar e até mesmo garantir a sobrevivência da espécie humana.

A sustentabilidade ambiental e social na gestão dos resíduos sólidos constrói-se por meio de modelos e sistemas integrados que possibilitem a redução dos resíduos gerados pela população. Esta redução dá-se com a implantação de programas que permitem também a reutilização desse material e, por fim, a reciclagem, para que possam servir de matéria-prima para a indústria, diminuindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI, 2005).

Contudo, os mecanismos de fiscalização e aplicação de políticas públicas não agem com eficácia para incentivar as organizações da construção civil a reagirem positivamente em ações a propiciar um desenvolvimento sustentável do setor.

O impacto negativo que provém da extração de matéria prima para uso da indústria da construção civil é considerado em todo mundo desempenhando um importante papel de problemas do meio ambiente, como desmatamentos, erosões, além de ser um dos setores que mais consomem energia.

São pouco os processos construtivos que não geram resíduos de forma misturada, pois os mesmos surgem em áreas e tempos diferentes, e, geralmente ocorrem nos equipamentos de transporte. Processos de gestão simples sem emprego significativo de recursos ajudariam muito na obtenção de resíduos selecionados de forma a otimizar a reciclagem. Um exemplo seria a retirada do gesso, do metal e da madeira dos entulhos de natureza inorgânica não metálica, contribuindo para a obtenção de agregados reciclados de melhor qualidade (ÂNGULO).

A reciclagem tem surgido como uma forma de amenizar a ação nociva dos resíduos no ambiente urbano, gerando ainda, novos produtos comercializáveis. No Brasil, algumas prefeituras tem implantado usinas de reciclagem de entulho, buscando alternativas para a gestão desses resíduos. Como exemplo de sucesso temos a cidade de Belo Horizonte que desenvolve um programa de reciclagem de entulho, incluindo a instalação de quatro usinas de reciclagem, além de Belo Horizonte temos também Ribeirão Preto, São José dos Campos, Londrina e São Paulo (CARNEIRO, 2000)

## **PAPEL DAS PREFEITURAS NOS INCENTIVOS E REDUÇÃO DESSES RESÍDUOS**

A destinação dos RCD tem sido um dos problemas enfrentado pelas indústrias do setor, que até pouco tempo atrás dispunham o resíduo de forma inadequada, por não possuírem legislação pertinente sobre o tema. A destinação inadequada dos RCD gera inúmeros problemas de contaminação, degradação e custos adicionais.

Sobre os incentivos e mudanças quanto à responsabilidade ambiental do setor da construção civil, foi verificado que depende de autorizações e um acompanhamento por parte do governo local através dos Sistemas de Limpeza Urbana - SLU. As Normas Técnicas não apresentam um modelo de reutilização e reciclagem, apenas menciona a classificação dos resíduos e riscos que podem ocasionar. (LEITE, 2009)

É necessário priorizar ações que solucionem a diminuição ou até mesmo o melhor aproveitamento das matérias-primas para que não ocorram desperdícios e propicie práticas de reutilização e reciclagem, e o melhor controle dos aterros sanitários para aqueles materiais que não tem como serem aproveitados, afim de, gerar uma economia.

Também é preciso entender quais são os impactos ambientais gerados ao meio ambiente através da execução de uma construção civil, e a responsabilidade em minimizar estes impactos, administrando melhor o conflito desenvolvimento e preservação ambiental.

Muitas ações vêm sendo implementadas nas várias etapas da construção civil, como nos canteiros de obras, para os quais já existem algumas políticas de coleta segregada dos resíduos gerados, visando à sua reciclagem ou reuso.

Nesse sentido, embora seja muito importante dar uma destinação adequada aos resíduos gerados, tornam-se imperativas ações que visem à sua redução diretamente na fonte de geração, ou seja, nos próprios canteiros de obras, as quais, somadas às ações de adequar a destinação desses resíduos, podem contribuir significativamente para a redução do impacto da atividade construtiva no meio ambiente.

A busca pela melhoria da qualidade ambiental dos serviços e do ambiente, que envolve todo o processo de geração até a deposição final dos resíduos de construção e demolição de qualquer organização pública ou privada, é um processo de aprimoramento constante do sistema de gestão ambiental.

Para PINTO E GONZÁLES (2005), as ações destinadas aos resíduos dos pequenos geradores, de um modo geral provenientes de pequenas construções e reformas em regiões menos centrais dos municípios, devem ser definidas no Programa Municipal de Gerenciamento como um serviço público de coleta, ancorado numa rede de pontos de entrega. Esse instrumento de ação pública expressa os compromissos municipais com a limpeza urbana. As ações destinadas, por sua vez, à disciplina do fluxo dos grandes volumes de RCD caracterizam-se como ações de agentes privados regulamentadas pelo poder público municipal. Essas ações devem se submeter, por meio dos projetos de gerenciamento de resíduos e dos compromissos com transportadores cadastrados e áreas licenciadas de recepção, aos princípios e diretrizes contidos no Plano Integrado de Gerenciamento e da ação gestora do poder local.

Os resíduos provenientes da indústria da construção civil não podem mais ser lançados no meio ambiente de qualquer maneira. É preciso um controle rigoroso para que isso não aconteça e convencer os empresários de que essas normas, quando bem aplicadas, podem resultar em benefícios a curto, médio e longo prazo, tanto para a empresa como para o município.

## **CONCLUSÃO**

Apesar dos problemas relacionados à disposição final dos resíduos da construção civil atingirem todos os municípios brasileiros, poucos conseguiram

implementar o que disciplina a Resolução CONAMA nº 307/02. As iniciativas existentes devem ser divulgadas aos demais gestores para que a discussão seja ampliada e para que outros projetos sejam desenvolvidos.

O reaproveitamento deste resíduo, além de proporcionar melhorias significativas do ponto de vista ambiental, seja diminuindo a quantidade de aterros ou preservando os recursos naturais, ou impedindo a contaminação de novas áreas, é uma alternativa economicamente vantajosa, já que introduz no mercado um novo material com grande potencialidade de uso, ao contrário soluções normalmente empregadas para os aterros sanitários ou lixões, que acaba gerando vários inconvenientes ambientais, os quais se tornam mais caros pela escassez de espaço. (ZORDAN, 1997)

Para tanto, é necessário levantamento que essas iniciativas sejam identificadas e sirva como subsídio para pesquisas. As iniciativas já iniciadas devem ganhar destaque e ser divulgadas, para que como já dito sirva de exemplo e incentivo para os demais gestores.

No Brasil, a bandeira da reciclagem começa a ser levantada em algumas prefeituras com a instalação de usinas de reciclagem. Nos EUA, e em alguns países europeus muitos empresários já implantaram a reciclagem de resíduos de construção e demolição e investem em “marketing” com recursos próprios, influenciados por uma política de controle e fiscalização rígida para a disposição desses resíduos. Dessa forma PE importante lembrar que os negócios privados de tratamento e reciclagem de resíduos funcionam nesses países porque eles estão amparados por legislações e fiscalizações eficiente (LIMA, 1999).

## **BIBLIOGRAFIA**

AGOPYAN, V. **Números do Desperdício**. Techne. São Paulo nº 53, 2001.

AMBIENTE BRASIL. **Reciclagem de entulho**. Publicado em fevereiro de 2002. Acessado dia 01 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>.

ANGULO, S.C. et al. **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD**. In: V Seminário De Desenvolvimento Sustentável E A Reciclagem Na Construção Civil. Ibracon Ct-206/lpen. São Paulo. 2002. P. 293-308

BRASIL. 2005. **Ministério do Meio Ambiente, Programa Nacional de Educação Ambiental**. Sistema Brasileiro sobre Educação Ambiental e Práticas Sustentáveis. Brasília, 2002. Acessado em: 02 de setembro de 2012, disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/index.cfm>.

BRASIL. LEI Nº 462, DE 22 DE JUNHO DE 1993. **Dispõe sobre a reciclagem de resíduos sólidos**. Brasília, 1993. Acessado dia 15 de setembro de 2012. Disponível em: [http://sileg.sga.df.gov.br/default.asp?arquivo=http%3A//sileg.sga.df.gov.br/legislacao/Distrital/leisordi/LeiOrd1993/lei\\_ord\\_462\\_93.html](http://sileg.sga.df.gov.br/default.asp?arquivo=http%3A//sileg.sga.df.gov.br/legislacao/Distrital/leisordi/LeiOrd1993/lei_ord_462_93.html)

CARNEIRO, A. P. Características do entulho e do agregado reciclado in: CASA, J. C. S. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, 1998. Pag. 142 -157. (Projeto Entulho Bom, 5)

FRAGA, Marcel Faria. **Panorama da Geração de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte: Medidas de minimização com base em projeto de planejamento de obras**. Belo Horizonte, 2006, Acessado dia 18 de setembro de 2012. Disponível em: [http://lumeambiental.com.br/Pos\\_Marcel.pdf](http://lumeambiental.com.br/Pos_Marcel.pdf)

GALBIATI, A.F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. Educação ambiental para o Pantanal**. Acessado dia 16 de setembro de 2012. Disponível em : [www.redeaguape.org.br/desc\\_artigo.php?cod=92](http://www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=92).

GONZALEZ, M.A.S.; RAMIRES, M.V.V. **Análise de gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras**. In: IV SIBRAGEC, I ELAGEC, 2005, Porto Alegre, 2005. .

HARTMANN, F.; SAMBERG, J. R. D. **A variável ambiental na conservação rodoviária**. In: ENACOR – ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.

KARPINSK, Luisete Andreis. **Gestão diferenciada de resíduos da construção Civil**. Porto Alegre, 2009. Dados eletrônicos edipucrs. Acessado dia 02 de setembro de 2012. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/gestaoderesiduos.pdf>

KARPINSK, Luisete Andreis & PANDOLFO, Adalberto & Reinehr, Renata e outros. **Gestão de resíduos na construção civil**. Estudos tecnológicos, vol.4, nº 2:69-87. 2008. Acessado dia 02 de setembro de 2012. Disponível em: <http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/86.pdf>

LEITE, Vaneide. **Gestão ambiental na construção Civil**. Publicado em 07 de abril de 2009, Acessado dia 16 de setembro de 2012. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/gestao-ambiental-na-construcao-civil/16436/>

PINTO, Tarcisio de Paulo. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**. São Paulo, 2005, sidusCon-SP: Acessado dia 02 de setembro de 2012. Disponível em: [http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_residuos_solidos.pdf)

PINTO, T. O.; PINTO, C. A. P. **Qualidade com pequenas soluções**. São Paulo, n.2453, Fevereiro de 1995.

REGIMENTO DO SISTEMA DE QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS, Acessado dia 01 de outubro de 2012. Disponível em: [www.sucab.ba.gov.br/2006/qualiop.../qualiop\\_legis\\_regi\\_sqeose.doc](http://www.sucab.ba.gov.br/2006/qualiop.../qualiop_legis_regi_sqeose.doc)

RODOVIÁRIA, 8º, 2003, Gramado. Minicurso. Artigos Meio Ambiente. p.75-80. Anais... Gramado, 2003.

SINDUSCON-MG. SENAI-MG. 2005. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**. 2ª ed., Belo Horizonte, SINDUSCON-MG, 68 p.

Wiens, Ivy Karina & HAMANDA, Jorge. **Gerenciamento de resíduos da construção civil – uma introdução à legislação e implementação**. Disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/374.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/374.pdf). Acessado dia 16 de setembro de 2012.

ZORDAN, Sérgio Eduardo. **Utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.