



A ABORDAGEM DO TEMA “SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS” NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Viviane Miranda Araújo Fiorani – viviane.araujo@poli.usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Construção Civil

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.83 - Edif. de Eng. Civil - Cid. Universitária

05508-900 - São Paulo - SP

Lucas Anastasi Fiorani – lucas.fiorani@poli.usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotecnia

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.83 - Edif. de Eng. Civil - Cid. Universitária

05508-900 - São Paulo - SP

Francisco Ferreira Cardoso - francisco.cardoso@poli.usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Construção Civil

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.83 - Edif. de Eng. Civil - Cid. Universitária

05508-900 - São Paulo - SP

Oswaldo Shigueru Nakao – osvaldo.nakao@poli.usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotecnia

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.83 - Edif. de Eng. Civil - Cid. Universitária

05508-900 - São Paulo - SP

Resumo: *O desenvolvimento sustentável é um tema presente no cotidiano da sociedade. As inúmeras exigências relativas à construção mais sustentável, tornam essencial a abordagem do tema nos cursos de graduação. Desta forma, o presente artigo tem por objetivo apresentar como o tema **sustentabilidade na construção de edifícios** é tratado ao longo do curso de engenharia civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Para isso, o estudo foi conduzido por meio de revisão bibliográfica e consultas aos sites das disciplinas de graduação do curso, além de envolver as experiências dos autores: dois ex-alunos do curso e dois professores. Como resultado, tem-se um panorama do ensino da construção sustentável na engenharia civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.*

Palavras-chave: *Sustentabilidade, meio-ambiente, construção sustentável, engenharia civil, graduação*



1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e objetivo

O tema *sustentabilidade*, atualmente, é discutido em toda a sociedade. As questões ambientais são discutidas desde o ensino infantil até o superior.

Novas legislações e exigências cada vez maiores por parte da sociedade, levam o profissional de engenharia civil a buscar o aprimoramento de seu conhecimento sobre as interações entre meio ambiente e construção civil. Da mesma forma, a maior conscientização por parte dos alunos de graduação é fundamental para impor mudanças e exercer pressões no setor da construção civil.

O mercado, hoje, solicita profissionais especializados em certificações ambientais, como AQUA e LEED. As empresas construtoras demandam profissionais que, além de sua ocupação principal, dominem também o assunto, de modo a incorporá-lo no cotidiano das construções.

Para atender às demandas, as faculdades de engenharia passam a inserir o assunto *desenvolvimento sustentável* em seus currículos. Contudo essa inserção é difícil, pois o tema não pode ser abordado isoladamente, dada a sua multidisciplinaridade, ou seja, interações entre as mais diversas disciplinas, dentro e fora da engenharia.

O objetivo deste artigo é, portanto, apresentar a maneira como o tema *sustentabilidade na construção de edifícios* é tratado ao longo do curso de engenharia civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

1.2 Metodologia

Os estudos foram conduzidos por meio de revisão bibliográfica e consultas aos materiais disponíveis das disciplinas de graduação do curso, além de envolver as experiências dos autores: dois ex-alunos do curso e dois professores.

2 DISCIPLINAS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Como o estudo em questão foca a construção de edifícios, foram consideradas as disciplinas oferecidas pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil (<http://www.pcc.usp.br>), e, dentre elas, as que envolvem explicitamente o tema. Desta forma, focou-se o estudo em duas disciplinas: *PCC-2540: O Edifício e o Ambiente*, e *PCC-2302: Gestão da Produção da Construção Civil II*. Outra matéria que será estudada é *PHD-2218: Introdução à Engenharia Ambiental*, que, apesar de não focar na construção de edifícios, é ministrada no 2º ano do curso, e aborda a questão da sustentabilidade de forma genérica, entre outros assuntos ligados ao tema.

Nota-se que outras disciplinas ministradas pelo departamento também poderiam ser objeto deste estudo, porém, optou-se por enfatizar apenas as três citadas acima, dada a ênfase dada ao assunto em questão. Para ilustrar a abordagem da *sustentabilidade* nas outras disciplinas, são dados alguns exemplos.

No caso da disciplina PCC-2261: Física das Construções, o assunto é debatido ao tratar-se de luminotécnica e ventilação natural e artificial. Em PCC-2465: Sistemas Prediais I e PCC-2466: Sistemas Prediais II, por sua vez, são abordados, por exemplo, as



tecnologias economizadoras de energia e de água, além de outros itens, como a racionalização do consumo de água e seu reuso. O conceito de Análise do Ciclo de Vida e a seleção de materiais baseada em critérios de sustentabilidade, são abordados, dentre outras, nas disciplinas PCC-2341: Tecnologia do Concreto e PCC-2342: Materiais de Construção Civil. Enquanto PCC-2301: Gestão da Produção da Construção Civil I incorpora os Sistemas de Gestão Ambiental, as disciplinas PCC-2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I e PCC-2436: Tecnologia da Construção de Edifícios II ponderam a gestão dos resíduos nos canteiros de obras.

Ainda que alguns exemplos tenham sido destacados no parágrafo anterior, outras matérias do Departamento de Engenharia de Construção Civil também tratam do tema *sustentabilidade*, assim como todas as disciplinas ministradas no curso de graduação, independente do departamento, sempre que há pertinência, abordam o assunto, identificando e discutindo as questões ambientais e sociais com os alunos.

3 A ABORDAGEM DO TEMA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

3.1 PHD 2218 - Introdução à Engenharia Ambiental (SITE DE PHD2218, 2010)

Esta disciplina tem por objetivo “dar conhecimentos aos alunos de noções básicas sobre ecologia e impactos das atividades de engenharia sobre o meio ambiente”, além de “conceitos legais e institucionais para o desenvolvimento sustentável”.

Os assuntos abarcados, de forma resumida, são: os ecossistemas, os meios aquático, terrestre e atmosférico, leis de conservação de massa, energia, crise ambiental, aspectos legais e avaliação de impactos ambientais.

Desta maneira, além do conhecimento da engenharia ambiental, os alunos adquirem a base conceitual que será utilizada nas disciplinas posteriores, que aplicarão o tema à engenharia civil.

3.2 PCC 2302 - Gestão da Produção na Construção Civil II (SITE PCC2302, 2010)

A disciplina, oferecida no 2º semestre do 3º ano para os alunos de engenharia civil, tem por objetivo “transmitir aos alunos conceitos e ferramentas profissionais relacionados com a gestão da produção na construção civil e formar uma base tecnológica que possibilite ao futuro profissional a gerência do processo de produção de obras civis”.

O tema *sustentabilidade na construção de edifícios* é tratado logo na primeira aula, com o título de Construção Sustentável. A sustentabilidade é abordada conforme um dos conceitos mais difundidos entre os especialistas neste assunto, que considera as dimensões econômica, social e ambiental, acrescentando a Ética como parte do desenvolvimento sustentável.

Na aula são apresentados os tópicos: construção civil e preservação ambiental; conceito de construção sustentável, normas NBR ISO 14001; desafios para a construção no Brasil; impactos ambientais das atividades de produção; gestão de resíduos de canteiros de obras; e caminhos indutores da sustentabilidade.

Em aulas posteriores, dois assuntos são abordados: *saúde e segurança no trabalho e gestão de resíduos*. Desta forma, é dada ênfase a tópicos mais técnicos destes temas.



Pelo fato da *sustentabilidade* ser um objeto interdisciplinar, o arranjo das aulas, iniciando com *construção sustentável* é bastante conveniente, pois os alunos passam a percorrer os outros assuntos do curso com uma visão crítica no que diz respeito às interferências com o meio-ambiente e sociedade em geral.

3.3 PCC 2540 - O Edifício e o Ambiente (SITE DE PCC2540, 2010)

Esta disciplina, oferecida no 5º ano do curso, tem por objetivo: “capacitar os alunos a entender e a aplicar conceitos e práticas relacionados às diferentes preocupações de sustentabilidade envolvidas com o projeto, construção, operação e manutenção de edifícios”.

A disciplina é composta por 2 horas-aula semanais, durando um semestre, totalizando dezesseis aulas durante o curso, conforme programa de aulas apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo do conteúdo das aulas de 2010 da disciplina PCC 2540 - Edifício e o ambiente.

Aula	Conteúdo
1	Construção e desenvolvimento sustentável
2	ACV Sistemas de Avaliação da Sustentabilidade
3	Metodologia AQUA para avaliação da sustentabilidade
4	Relação do edifício com o seu entorno
5	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivo
6	Técnicas passivas e ativas de conforto térmico e automação predial
7	Gestão da água
8	Canteiro de obras
9	Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício e manutenção
10	Emprego de energias renováveis nos edifícios
11	Visita: Empreendimento “AQUA”
12	Palestra 1: Problemas recorrentes em avaliação de projetos
13	Palestra 2: Arquitetura sustentável
14	Atendimento aos alunos
15	Exposição de pôsteres
16	Provas

Existem duas formas de avaliação da disciplina: uma prova e um trabalho, apresentado em forma de pôster ao fim do curso. Neste, os alunos estudam um tema específico e aplicam a metodologia de avaliação AQUA (<http://www.vanzolini.org.br>) em um projeto de edifício habitacional, ou de escritórios, ou escolar.



A comunicação entre professores e alunos, assim como a disponibilização do material didático e bibliografia adicional, é realizada por meio do site (<http://moodle.pcc.usp.br/>). Uma ferramenta interessante neste site é a possibilidade de disponibilização de material por parte dos alunos. Desta forma, numa pasta especial, os alunos podem enviar arquivos que sejam de interesse do grupo, sendo estes automaticamente disponibilizados.

Nota-se que o conteúdo da disciplina é agrupado e organizado de maneira similar ao Referencial Técnico de Certificação do Processo AQUA (disponíveis em <http://www.vanzolini.org.br>). No entanto, as aulas contemplam o assunto de forma geral, incluindo legislações, boas práticas e tecnologias.

Na aula introdutória, denominada Construção e Desenvolvimento Sustentável, são apresentados dados referentes ao consumo de recursos e geração de resíduos na indústria da construção, desenvolvimento sustentável, entre outros, com o objetivo de conscientizar os alunos e expor a problemática ambiental, especificamente na construção civil, enfatizando as dimensões ambiental e social, abordando a seleção sustentável de fornecedores, a ética nas ações e o combate à informalidade.

As informações acima apresentadas referem-se ao ano de 2010. No entanto, a disciplina passou por duas reformulações consideráveis desde seu início, no ano de 2004, no que diz respeito à organização do conteúdo. Para mostrar tais mudanças, o conteúdo das aulas dos anos 2006 e 2007 foram resumidamente apresentados na Tabela 2.

Até 2006, as aulas foram organizadas de maneira similar aos desafios propostos pela Agenda 21 para a construção sustentável, elaborada pelo CIB (<http://cic.vtt.fi/eco/cibw82/A21.htm#Special> CIB Publication).

Em 2007 as aulas foram reorganizadas, mantendo ainda bastante do formato anterior, porém, tomando como base os documentos produzidos pelo Projeto Finep¹ “Tecnologias para a Construção Habitacional mais Sustentável”, do qual os docentes da disciplina fizeram parte.

Posteriormente, conforme visto no conteúdo de 2010 (Tabela 1), as aulas passaram a apresentar uma organização mais parecida com a do Referencial Técnico de Certificação do Processo AQUA, conforme já sinalizado.

É importante notar que, mesmo com as mudanças no formato ou organização das aulas, o conteúdo básico foi mantido, enquanto novos conteúdos mais atualizados foram acrescentados, de modo que o curso não fique obsoleto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentada a maneira como o tema *sustentabilidade na construção de edifícios* é abordado no curso de engenharia civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Não é possível descrever em detalhes como ocorre o ensino em cada disciplina em um único artigo, porém, mostrou-se um panorama geral do curso.

Ressalta-se que em todas as disciplinas da engenharia civil, independente do departamento, sempre que pertinente, são feitas referências às questões ambientais e sociais. Lembrando que o Departamento de Engenharia Hidráulica tem forte atuação no tema, pesquisando as questões relativas à gestão das águas.

¹ <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>



A *sustentabilidade* é um tema interdisciplinar, portanto, não pode ser tratado isoladamente em apenas um momento do curso. O assunto deve ser tratado continuamente, já que é um tema que permeia as diversas ações da engenharia, sendo apenas aprofundado em disciplinas específicas.

É necessário que a *sustentabilidade* deixe de ser vista como mais um problema ou um empecilho para a engenharia, e passe a ser incorporada no cotidiano, como uma questão fundamental, porém não única.

Portanto, a presença do assunto ao longo do curso, desde os primeiros semestres, é essencial, propiciando que o aluno pense continuamente nas interações que os conteúdos aprendidos têm com o meio-ambiente e sociedade.

Tabela 2 - Resumo do conteúdo das aulas de 2006 e 2007 da disciplina PCC 2540 - Edifício e o Ambiente.

	Conteúdo das aulas	
	2006	2007
1	Construção e Desenvolvimento Sustentável	Construção e Desenvolvimento Sustentável
2	Metodologia de avaliação da sustentabilidade	Análise do ciclo de vida Sistemas de avaliação da sustentabilidade
3	Análise do ciclo de vida	Metodologia FINEP ² para avaliação da sustentabilidade
4	Sistemas de gestão ambiental NBR ISO 14001	Seleção de materiais, componentes e sistemas
5	Canteiro de obra sustentável e combate aos desperdícios	Canteiro de obras
6	Análise de ciclo de vida (ACV)	Qualidade do ambiente interno e saúde
7	Escolha de materiais, componentes e sistema	Água
8	Conservação de energia e uso de energias alternativas	Energia
9	Qualidade do ar	Operação e manutenção
10	Gestão da água Uso racional de água	Palestra 1: Empreendimento “LEED ³ ”
11	Durabilidade	Visita Empreendimento “LEED”
12	Conforto e qualidade sanitária dos ambientes	Palestra 2: Infraestrutura e ambiente externo
13	Responsabilidade Social Empresarial e a Construção Civil	Palestra 3: ASBEA ⁴
14	Flexibilidade no projeto e desmontabilidade	Atendimento aos alunos
15	Palestra Eng. Marcelo Takaoka	Exposição de pôsteres
16	Prova	Prova

² <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>

³ <http://www.gbcbrasil.org.br/>

⁴ <http://www.asbea.org.br/>



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SITE DO SISTEMA JUPITER. Sistema de graduação da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/>. Data de acesso: 20 de junho de 2010.

SITE DE PCC 2540. Site da disciplina PCC-2540: O Edifício e o Ambiente. Disponível em: <http://moodle.pcc.usp.br> e <http://pcc2540.pcc.usp.br/>. Data de acesso: 20 de junho de 2010.

SITE DE PCC 2302. Site da disciplina PCC-2302: Gestão da Produção da Construção Civil II Disponível em: <http://moodle.pcc.usp.br> e <http://pcc2302.pcc.usp.br/>. Data de acesso: 20 de junho de 2010.

SITE DE PHD 2218. Site da disciplina PHD-2218: Introdução à Engenharia Ambiental. Disponível em: <http://www.phd.poli.usp.br>. Data de acesso: 20 de junho de 2010.

THE THEME “CONSTRUCTION SUSTAINABILITY” IN CIVIL ENGINEERING COURSE OF ESCOLA POLITÉCNICA OF UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Abstract: *Sustainable development is a theme present in everyday society. Innumerable requirements aiming a more sustainable construction make the subject become essential in undergraduate courses. Thus, this article aims to present how the theme **sustainability in building construction** is treated throughout civil engineering course in Escola Politécnica from Universidade de São Paulo. So, the research was made through literature review and course sites consultations, besides involving the experiences of the authors, two former students of the course and two teachers. As a result, there is an overview of **sustainable construction** approach in civil engineering course in Escola Politécnica from Universidade de São Paulo.*

Key-words: *Sustainability, environment, sustainable construction, civil engineering, undergraduate course.*