

## A QUALIFICAÇÃO DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

**OLGA M. N. LEMOS** - [olga.lemos@poli.ufrj.br](mailto:olga.lemos@poli.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia Ambiental  
Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Cidade Universitária  
CEP 21941-909, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

**MARIA A. P. G. COUTO** - [gimenes@eq.ufrj.br](mailto:gimenes@eq.ufrj.br)

Escola de Química - Programa de Engenharia Ambiental

**EDUARDO L. QUALHARINI** - [qualharini@poli.ufrj.br](mailto:qualharini@poli.ufrj.br)

Escola Politécnica - Programa de Engenharia Ambiental

**Resumo:** A construção civil é uma das atividades que mais impacta negativamente o meio ambiente. A adequada formação acadêmica é importante para preparar os profissionais envolvidos na busca por construções sustentáveis, observando premissas ambientais, como ocorre nas grandes cidades do mundo. Este artigo objetiva apresentar uma visão geral das grades curriculares dos Cursos de Graduação em Engenharia Civil e Arquitetura, ofertados no Estado do Rio de Janeiro, com uma avaliação das disciplinas referentes à sustentabilidade. Os resultados sinalizam que a maioria dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura da Região avaliada não estão preparando adequadamente os alunos para a demanda mercadológica de construções sustentáveis.

**Palavras-chave:** Construções Sustentáveis, Engenharia Civil, Arquitetura, Graduação.

### 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades que mais acarreta impactos negativos ao meio ambiente, destacando-se: aumento do lixo urbano, enchentes, desmoronamentos, poluição dos recursos hídricos, poluição do ar, impermeabilização da superfície do solo, desmatamentos, congestionamento dos transportes e emissão de gases de efeito estufa (GEE). Segundo Darko *et al* (2017), globalmente, a indústria de construção consome 40% da produção total de energia, 12 a 16% de toda a água disponível, 32% de recursos não renováveis e renováveis, 25% de toda a madeira, 40% de todas as matérias-primas, produz de 30 a 40% de resíduos sólidos e emite de 35 a 40% de CO<sub>2</sub>.

Devido a esses fatores, uma geração de edifícios com premissas ambientais tem sido construída nas grandes cidades do mundo. No Brasil, essa tendência encontra-se em fase embrionária e, aos poucos, começando a aumentar. A necessidade mercadológica de uma comprovação de sustentabilidade faz com que as empresas utilizem as Certificações, ou selos verdes.

Tradicionalmente, a Engenharia e a Arquitetura lidavam apenas com objetos concretos e palpáveis. Porém, esse cenário mudou, uma vez que lidam agora, também, com entidades não palpáveis, tais como custos, obrigações fiscais, uso de Informática e Sistemas. Os Engenheiros e Arquitetos aplicam ciências relevantes na busca por soluções adequadas para

problemas ou no aperfeiçoamento de soluções já existentes, o que resulta em constante aprendizagem de novas matérias ao longo de suas carreiras.

Se existirem opções múltiplas, Engenheiros e Arquitetos pesam as diferentes escolhas de projeto, com base nos seus méritos e escolhem a solução que melhor corresponda aos requisitos. A tarefa crucial desses profissionais é identificar, compreender e interpretar as restrições de um projeto, de modo a produzir o resultado esperado. Aqui se incluem as limitações em termos físicos, criativos, técnicos ou de recursos disponíveis, a flexibilidade para permitir modificações e adições futuras, além de fatores como os custos, a segurança, a atratividade comercial, a funcionalidade e a suportabilidade. Normalmente, não basta construir um produto tecnicamente bem sucedido, é também necessário que ele responda a outros requisitos adicionais.

Atualmente, a preocupação com as condições sócio-ambientais, o saneamento básico e a gestão do meio ambiente proporcionam a criação de novas áreas, que é o caso da Engenharia Civil Ambiental, que faz a união de processos de infraestrutura e aspectos ambientais na mesma área. A mudança de paradigma no que diz respeito às novas formas de pensar a construção civil, sob o prisma ambiental, requer profissionais capacitados para enfrentar tal desafio. Assim, a formação acadêmica tem papel fundamental para os profissionais envolvidos na busca por construções sustentáveis.

## 2 REGULAMENTAÇÃO DOS CURSOS

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei 9394, Brasil, 1996), os Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura deveriam atender ao currículo mínimo, estabelecido na Resolução Nº 48/76 do Conselho Federal de Educação - CFE (Brasil, 1976). A LDB estabeleceu que os currículos mínimos fossem gradativamente substituídos pelas Diretrizes Nacionais Curriculares (DCN).

Dessa forma, a Resolução CNE/CES Nº 11, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES) institui as DCN dos Cursos de Graduação em Engenharia, definindo como perfil do formando egresso/profissional o Engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade (Brasil, 2002).

Os Cursos de Engenharia, independente de sua modalidade, devem possuir os seguintes núcleos: Núcleo de Conteúdos Básicos – 30 % da carga horária, Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes – 15% da carga horária e Núcleo de Conteúdos Específicos, definidos pela Instituição de Educação Superior. (IES), que caracterizem a modalidade – 55% da carga horária. De acordo com a Resolução CNE/CES Nº 11, “Ciências do Ambiente” são conteúdo obrigatório do Núcleo Básico. (Brasil, 2002)

Para os Cursos de Arquitetura, inicialmente as DCN foram estabelecidas pela Resolução Nº 6, de 2 de fevereiro de 2006 (Brasil, 2006), sendo posteriormente substituída pela Resolução Nº 2, de 17 de junho de 2010. Em ambas, o perfil do egresso inclui formação de profissional generalista; aptidão de compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, organização e construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação e o paisagismo; conservação e valorização do patrimônio construído; proteção do equilíbrio do ambiente natural e utilização racional dos recursos disponíveis (Brasil, 2010). Os conteúdos curriculares dos Cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo deverão estar distribuídos em Núcleo de

Conhecimentos de Fundamentação, aqui incluídos Estudos Ambientais; Núcleo de Conhecimentos Profissionais, aqui incluídos Conforto Ambiental e Trabalho de Curso, recomendando-se sua interpenetrabilidade:

Os Referenciais Curriculares Nacionais dos Cursos de Bacharelado e Licenciatura do Ministério da Educação Secretaria de Educação Superior (Brasil 2010a) definem que tanto o Curso de Arquitetura como o de Engenharia Civil tenham carga horária mínima de 3600 horas e tempo de integralização de 5 anos.

Verifica-se, portanto, que as DCN dos Cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura estabelecem uma visão ambiental, como parte dos conteúdos obrigatórios, mas não se referem especificamente à sustentabilidade na Construção Civil, bem como não é estabelecida uma carga horária mínima para tais conteúdos. Adicionalmente, a Resolução CONFEA N° 1.048, de 14 de agosto de 2013 (CONFEA, 2013) estabelece que as áreas de atuação dos profissionais abrangidos pelo sistema CREA/CONFEA são caracterizadas pelas realizações de interesse social e humano, incluindo a utilização de recursos naturais.

### **3 A IMPORTÂNCIA DA VISÃO AMBIENTAL NA FORMAÇÃO ACADÊMICA DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS**

Segundo Teixeira (2010), o Setor da Construção está no centro da crise ambiental. Nos últimos cinco anos observou-se um crescimento expressivo no volume de construções em países em desenvolvimento, principalmente Brasil, China e Índia. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD - em Inglês, Organization for Economic Co-operation and Development), se Brasil, China, Índia e Rússia mantiverem o ritmo de crescimento observado em 2010, emitirão, em 2030, mais dióxido de carbono do que todos os demais trinta países desenvolvidos que fazem parte da OECD (Teixeira, 2010). Nesse aspecto, a sustentabilidade na Construção Civil deve ser um conteúdo abordado, com vistas a preparar profissionais capacitados para enfrentar novos desafios que se colocam na busca da diminuição dos impactos ambientais decorrentes da Construção Civil.

O conceito de “Construção Sustentável” tem sido abordado por alguns autores. John *et al.* (2005) definem construção sustentável como uma prática de construção que busca qualidade econômica e social e desempenho ambiental, incluindo o ciclo de vida da construção, a qualidade ambiental e funcional e os valores futuros.

Larson (*apud* Carvalho 2009) conceitua construção sustentável como responsável pelo fornecimento, operação e manutenção dos edifícios que atendem às necessidades dos usuários durante a sua vida com o mínimo de impactos ambientais desfavoráveis, incentivando ao mesmo tempo a economia, o social e o cultural.

Estudos destacam os benefícios e os pontos fracos das novas práticas implementadas. Alguns atentam para implicações estratégicas no sentido de adotar esses métodos (Fergusson e Langford, 2006 *apud* Chen *et al.*, 2016, Tan, 2011). Divididos em duas categorias, esses estudos abordam, em primeiro plano, aspectos técnicos e enfatizam, além da implantação, as consequências dessas práticas ambientais, partindo da perspectiva de um projeto; em segundo plano, mostram a exigência de mudanças na estrutura e na produção desenvolvida pelas empresas de construção, examinando essas novas práticas (Ahn e Pearce, 2007 *apud* Chen *et al.*).

O desafio da construção sustentável, segundo John (2006), está em reinventar o desenvolvimento na inovação tecnológica, por meio de projetos e produtos, e o desenvolvimento tecnológico, pela criatividade e pelas mudanças culturais, sugerindo reformulações no ensino de Engenharia e Arquitetura, na educação de trabalhadores e de consumidores para a sustentabilidade e nos sistemas de Certificação de produtos (Csillag,

2007). Não se deve esquecer de citar a orientação de Silva *et al* (2002) e Carvalho, 2009), que propõem que a construção sustentável seja abordada pela integração das três dimensões tradicionais: ambiental, social e econômica.

Na indústria da Construção a ênfase está baseada em requisitos mais técnicos da construção, como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. No entanto, as questões sociais e econômicas, os aspectos culturais e de patrimônio construído passaram a ser considerados essenciais para a realização da construção sustentável.

Com base no exposto, este artigo objetiva apresentar uma visão geral das grades curriculares dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, ofertados no Estado do Rio de Janeiro, com um levantamento e análise das disciplinas referentes à sustentabilidade.

#### 4 METODOLOGIA

Para o levantamento da quantidade de Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura do Estado do Rio de Janeiro, foi realizada busca na página eletrônica do Ministério de Educação e Cultura (<https://emec.mec.gov.br/emec/nova>), consulta avançada por Curso de graduação (Engenharia Civil ou Arquitetura), no Estado do Rio de Janeiro, selecionando a opção “Cursos em Atividade”.

Foram realizadas buscas nas páginas das IES para o detalhamento dos Cursos e, em alguns casos, contato com a Coordenação do Curso, para se ter maiores informações sobre o Curso e as disciplinas ofertadas, que subsidiaram a elaboração de taxonomias em níveis Macro, Meso e Micro para a análise dos resultados.

No nível Macro, a classificação objetivou a caracterização das IES, empregando os critérios “Categoria Administrativa”, “Localização”, “Conceito do Curso” e “Quantidade de Disciplinas da Área Ambiental”. Para a análise Meso, as disciplinas da Área Ambiental identificadas nos currículos foram categorizadas nas taxonomias “Ciências Ambientais/Ecologia”, “Saneamento/Recursos Hídricos”, “Gestão Ambiental”, “Impactos Ambientais”, “Legislação Ambiental” e “Construções Sustentáveis”. Por fim, a análise Micro traz o detalhamento de cada taxonomia estabelecida na Análise Meso.

#### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na consulta ao E-mec foram encontrados 37 e 19 IES que ofertam Cursos de Engenharia Civil e Cursos de Arquitetura no Rio de Janeiro, respectivamente. No entanto, os resultados apresentados se referem a 27 Cursos de Engenharia Civil e 17 de Arquitetura, porque em algumas Instituições, embora fazendo parte do Cadastro do MEC, os Cursos não estão em funcionamento.

##### 5.1 Análise Macro: Caracterização das Instituições de Ensino

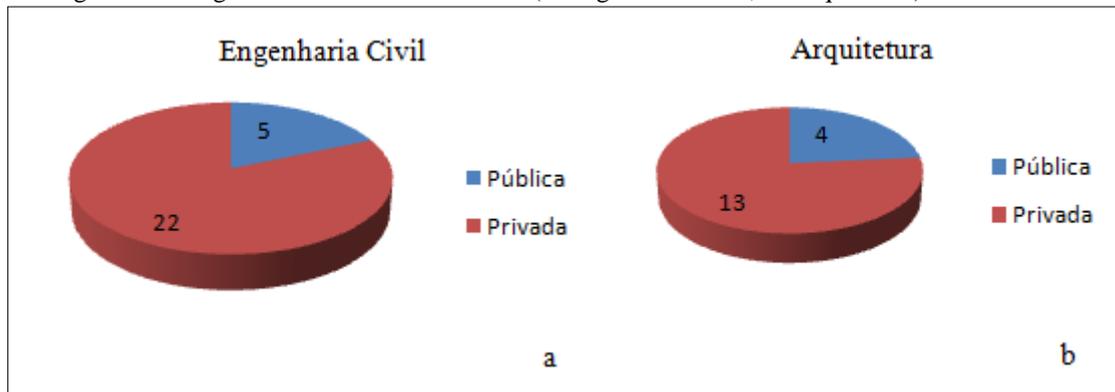
Na Categoria Administrativa, constata-se que a maioria dos Cursos são ofertados por IES Privadas, correspondendo a 82% e 77% para Engenharia Civil e Arquitetura, respectivamente. (Figura 1).

Em relação à localização geográfica (Figura 2), 52% das IES que ofertam Cursos de Engenharia Civil estão na Região Metropolitana. Já para Arquitetura ocorre o contrário, sendo 53% das IES localizadas no interior do Estado.

A distribuição dos conceitos dos Cursos na última avaliação do MEC (Figura 3) evidencia que a maior parte dos Cursos tem conceito 3, e o percentual de Cursos com conceito

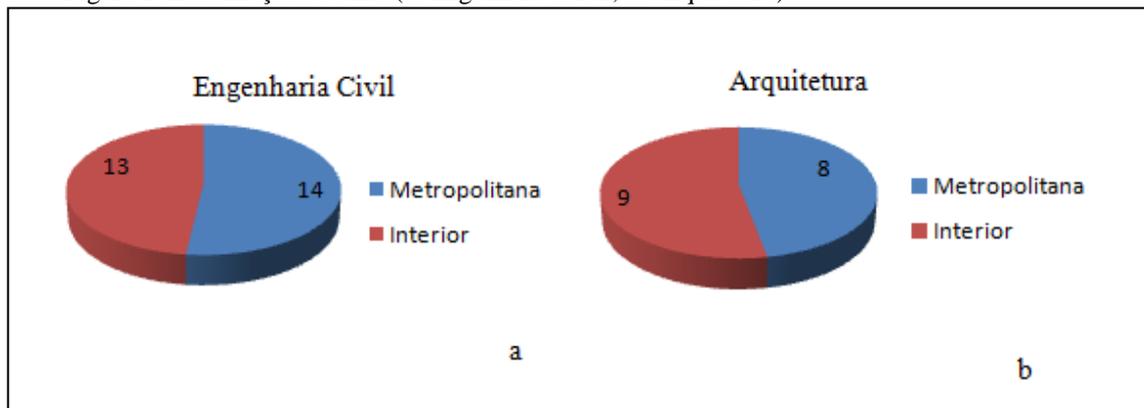
4 é de 30% para Engenharia Civil e 28% para Arquitetura e com conceito 5 é 3,7% para Engenharia Civil (UFRJ) e 5,5% para Arquitetura. Dentre esses, os dados do E-mec registram que os melhores conceitos foram obtidos pelos Cursos das IES Públicas, sendo 80% para Engenharia Civil e 75% para Arquitetura.

Figura 1 - Categoria Administrativa das IES (a: Engenharia Civil; b: Arquitetura).



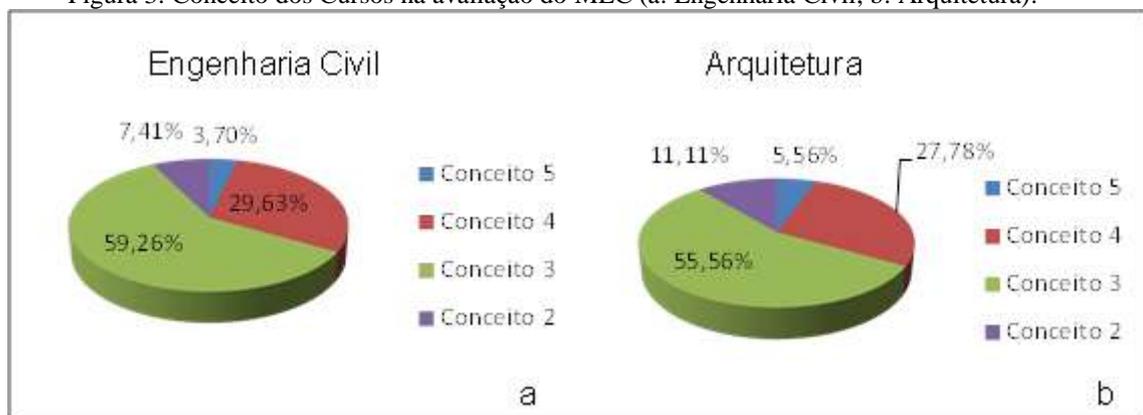
Fonte: Os Autores.

Figura 2: Localização das IES (a: Engenharia Civil; b: Arquitetura).



Fonte: Os Autores.

Figura 3: Conceito dos Cursos na avaliação do MEC (a: Engenharia Civil; b: Arquitetura).



Fonte: Os Autores.

A Tabela 1 lista a quantidade de disciplinas da Área Ambiental relacionada à quantidade de IES que as ofertam. No caso da Engenharia Civil, cerca de 50% das IES só ofertam uma

disciplina na Área Ambiental e duas IES sequer ofertam disciplinas específicas. Por outro lado, merecem destaque os Cursos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) e da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), com conceitos 5, 3 e 4, respectivamente na avaliação do MEC, com 10, nove e sete disciplinas, respectivamente.

Quase todos os Cursos de Arquitetura contemplam disciplinas da Área Ambiental e 40% ofertam quatro disciplinas ou mais. Destacam-se os Cursos da UFRJ, da Universidade Federal Fluminense (UFF) e da Faculdade Redentor (Fac Redentor), com conceitos 5, 4 e 4 respectivamente na avaliação do MEC, com nove, seis e cinco disciplinas, respectivamente.

Tabela 1: Quantidade de disciplinas na Área Ambiental por curso relacionada à quantidade de IES

Quantidade de Disciplinas	Quantidade de IES		Quantidade de Disciplinas	Quantidade de IES	
	Engenharia	Arquitetura		Engenharia	Arquitetura
10	1	0	4	2	6
9	1	1	3	2	2
7	1	0	2	6	4
6	0	1	1	11	1
5	1	0	0	2	2

Fonte: Os Autores.

## 5.2 Análise Meso: Taxonomias - Foco das Disciplinas

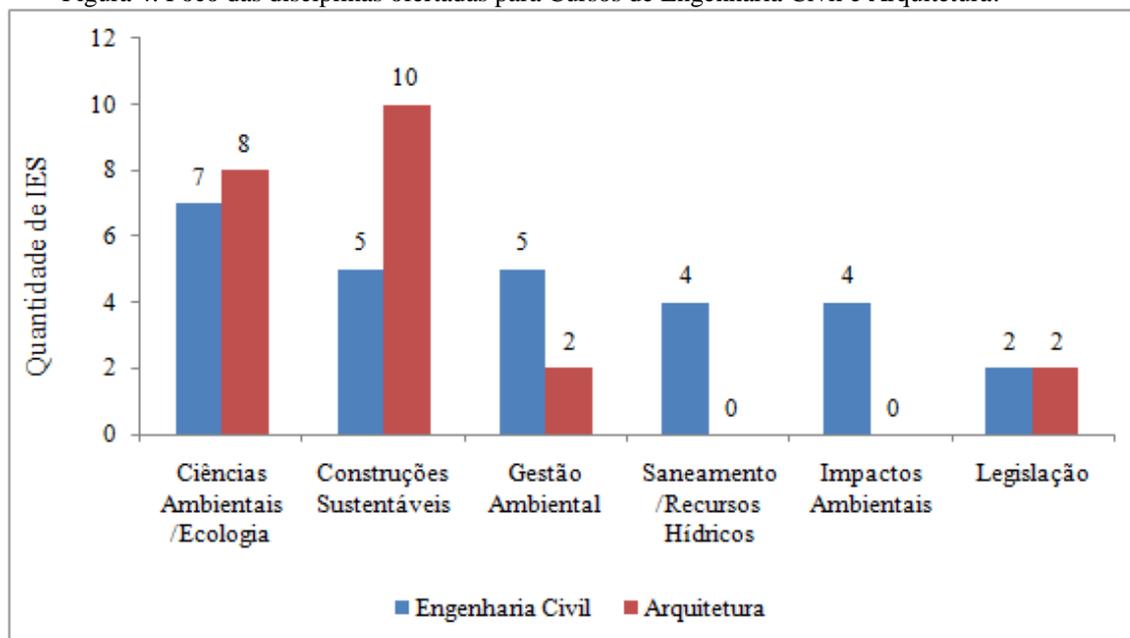
De acordo com o seu foco principal, as disciplinas da Área Ambiental identificadas nos currículos de Engenharia Civil e de Arquitetura foram categorizadas nas taxonomias “Ciências Ambientais/Ecologia”, “Saneamento/Recursos Hídricos”, “Gestão Ambiental”, “Impactos Ambientais”, “Legislação Ambiental” e “Construções Sustentáveis”. Essa análise considerou as IES que ofertam três ou mais disciplinas nos seus currículos, totalizando oito para Engenharia Civil e 10 para Arquitetura.

Observa-se que disciplinas com escopo de “Ciências Ambientais/Ecologia” são ofertadas em 88% e 80% dos Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, das IES em análise (Figura 4). Porém, no que tange ao quesito “Construções Sustentáveis”, percebe-se, nitidamente, que a abordagem é mais intensiva nos Cursos de Arquitetura. Apenas quatro Cursos de Engenharia Civil abordam “Impactos Ambientais” e que nenhum Curso de Arquitetura aborda esse aspecto.

## 5.3 Análise Micro: Detalhamento das Taxonomias Meso

Nesta análise é feito o detalhamento do número de disciplinas ofertadas por IES, considerando as taxonomias da análise Meso. A Tabela 2 mostra os resultados para os Cursos de Engenharia Civil. Na taxonomia “Construções Sustentáveis”, se destacam a UFRJ e a UFF com 50% e 60% das disciplinas, respectivamente. Por outro lado, CEFET-RJ e PUC-Rio, apesar de ofertarem um número expressivo de disciplinas, não apresentam foco nessa taxonomia. A Tabela 3 apresenta os resultados para os Cursos de Arquitetura. Na taxonomia “Construções Sustentáveis”, se destacam a IF Fluminense e a UFRJ, com 100% e 55%, respectivamente.

Figura 4: Foco das disciplinas ofertadas para Cursos de Engenharia Civil e Arquitetura.



Fonte: Os Autores.

Tabela 2: Oferta de disciplinas por IES – Engenharia Civil

IES	Ciências Ambientais/ Ecologia	Construções Sustentáveis	Gestão Ambiental	Impactos Ambientais	Saneamento/ Recursos Hídricos	Legislação	Total
UFRJ	1	5	3	0	1	0	10
CEFET/RJ	2	0	4	1	1	1	9
PUC-RIO	4	0	0	2	0	1	7
UFF	1	3	1	0	0	0	5
Fac Redentor	2	1	0	0	1	0	4
UNIFOA	0	0	1	1	2	0	4
CNEC	1	1	1	0	0	0	3
UCP	1	1	0	1	0	0	3

Fonte: Os autores

Nota: UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; CEFET/RJ: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ; PUC-RIO: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; UFF: Universidade Federal Fluminense; Fac Redentor: Faculdade Redentor; UNIFOA: Universidade Fundação Oswaldo Aranha; CNEC: Faculdade Cenecista; UCP: Universidade Católica de Petrópolis.

Tabela 3: Oferta de disciplinas por IES – Arquitetura.

IES	Ciências Ambientais/ Ecologia	Construções Sustentáveis	Gestão Ambiental	Impactos Ambientais	Saneamento/ Recursos Hídricos	Legislação	Total
UFRJ	2	5	1	0	0	1	9
UFF	3	2	1	0	0	0	6
Fac Redentor	1	3	0	0	0	1	4
IF Fluminense	0	4	0	0	0	0	4
ITCSAS /CENSA	2	2	0	0	0	0	4
PUC-RIO	1	3	0	0	0	0	4
UFRRJ	1	3	0	0	0	0	4
UVA	3	1	0	0	0	0	4
UNESA	3	0	0	0	0	0	3
FISS	2	1	0	0	0	0	3

Fonte: Os Autores.

Nota: UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; UFF: Universidade Federal Fluminense; Fac Redentor: Faculdade Redentor; IF Fluminense: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense; ITCSAS /CENSA: Instituto Tecnológico e das Ciências Sociais Aplicadas e da Saúde do Centro Educ. N. Srª Auxiliadora; PUC-RIO: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; UFRRJ: Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro; UVA; Universidade Veiga de Almeida; UNESA: Universidade Estácio de Sá; FISS: Faculdades Integradas Silva e Souza.

## 6 CONCLUSÕES

A redução de agressões ao meio sócio-ambiental como: produção e o uso de edificações causadoras de impacto ambiental são os grandes obstáculos a serem enfrentados. O setor da construção civil necessita cada vez mais preocupar-se em mudar sua forma de projetar e produzir suas obras, objetivando alcançar uma construção sustentável, adequando-se aos melhores indicadores. Esta mudança de comportamento depende de uma maior conscientização dos profissionais, investidores, áreas governamentais e consumidores, além de demandar uma formação profissional adequada dos profissionais que atuam na construção civil.

Considerando a região avaliada, os resultados sinalizam que, na formação de Engenheiros Civis e Arquitetos, há uma lacuna no que tange à abordagem dos conceitos de sustentabilidade na construção civil. As grades curriculares, apesar de contemplarem, em sua maioria, disciplinas da Área Ambiental, oferecem poucas disciplinas ligadas à Construções Sustentáveis. Nesse quesito, se destacam os Cursos de Engenharia Civil da UFRJ e UFF e de Arquitetura da UFRJ e IF Fluminense, todas Públicas e com conceito 4 na avaliação do MEC. Essa deficiência observada pode servir de base para fomentar ações conjuntas, envolvendo IES e Conselhos Profissionais, de modo a formar Engenheiros e Arquitetos que possam atuar no mercado de trabalho, onde os conceitos de sustentabilidade sejam efetivamente aplicados em projetos de construção civil.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Governo Federal, **Lei Nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, Conselho Federal de Educação, **Resolução Nº 48**, 1976.

CARVALHO, M.T. **Metodologia para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social com foco no Projeto**, Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CHEM, P. H., ONG, C. F., HSU, S. C. Understanding the relationships between environmental Management Practices and Financial Performances of Multinational Construction Firms, **Journal of Cleaner Production**, 139, p.750-760, 2016.

CSILLAG, D. **Análise das Práticas de Sustentabilidade em Projetos de Construção Latino Americanos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DARKO, A., ZHANG, C., CHAN A.P.C., Drivers for green building: A review of empirical studies, **Building and Environment**, 60, p.34-39, 2017.

JOHN, G., CROOME, D. C., JERONIMIDIS G. Sustainable building solutions: a review of lessons from the natural world, **Building and Environment**, 40, 319–328, 2005.

SILVA, V.G., **Avaliação da Sustentabilidade de Edifício de Escritórios Brasileiros: Diretriz e Base Metodológica**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TEIXEIRA, M. M. **Análise da Sustentabilidade no Mercado Imobiliário Residencial Brasileiro**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

## QUALIFICATION OF ENGINEERS AND ARCHITECTS FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION

**Abstract:** *Civil construction is one of the activities that most negatively impacts the environment. Adequate academic training is important to prepare professionals involved in the search for sustainable buildings, observing environmental premises, as it is being considered in the great cities of the world. This article aims to present an overview of the curricula of the Undergraduate Courses in Civil Engineering and Architecture, offered in the State of Rio de Janeiro, with an evaluation of the subjects related to sustainability. The results indicate that most of the Civil Engineering and Architecture courses in the region evaluated are not adequately preparing students for the market demand for sustainable buildings.*

**Key-words:** *Sustainable Buildings, Civil Engineering, Architecture, Undergraduate Courses.*