



Qualificação de profissionais para avaliação do desempenho ambiental da construção: resultados de um curso de extensão online oferecido pela Universidade de São Paulo

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4095

Daniel da Costa Reis - daniel.reis@lme.pcc.usp.br
Universidade de São Paulo

Fernanda Belizario Silva - fernanda.belizario@lme.pcc.usp.br
Universidade de São Paulo

Lidiane Santana Oliveira - lidiane.oliveira@lme.pcc.usp.br
Universidade de São Paulo

Carolina Strabelli Sonvezzo - carolina.sonvezzo@lme.pcc.usp.br
Universidade da São Paulo

Vanderley Moacyr John - vmjohn@lme.pcc.usp.br
Universidade de São Paulo

Sérgio Almeida Pacca - sergio.pacca@cemtec.org
Universidade de São Paulo

Resumo: Reduzir os impactos ambientais na indústria da construção é essencial para atender aos objetivos do desenvolvimento sustentável. Para isso é necessário que os profissionais que atuam no mercado brasileiro estejam capacitados para avaliar as consequências ambientais das suas decisões. Porém os programas de Engenharia Civil e de Arquitetura não abordam a quantificação de indicadores ambientais ou a abordagem do ciclo de vida. O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência do ensino de um curso intitulado Avaliação do Desempenho Ambiental da Construção (ADAC) que consistiu em discutir os principais impactos ambientais associados ao ciclo de vida das edificações e capacitar os alunos a trabalharem com uma metodologia de quantificação e avaliação do desempenho ambiental. O curso contou com a participação de 50 alunos, de diferentes áreas de atuação desde projetistas, profissionais atuantes em empresas de incorporação e construção, pesquisadores, professores, entre outros, e de diferentes regiões do Brasil.

Palavras-chave: Avaliação desempenho ambiental, Sistema de Informação do





*Desempenho Ambiental da Construção, Formação em Engenharia e Arquitetura,
emissão de CO2, consumo de energia*



Qualificação de profissionais para avaliação do desempenho ambiental da construção: resultados de um curso de extensão online oferecido pela Universidade de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

A redução dos impactos ambientais é um dos desafios da atualidade, que depende de grandes transformações das cadeias industriais. O engajamento da cadeia de valor da construção é fundamental, pois estima-se que o ciclo de vida do ambiente construído represente mais de 50% do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos sólidos, cerca de 36% do consumo de energia e 39% das emissões de gases do efeito estufa associadas à energia e à indústria (JOHN et al., 2020).

Apesar da necessidade de mitigar os impactos ambientais negativos causados pela construção civil, a maioria dos profissionais atuantes no mercado brasileiro não tem capacitação para avaliar as consequências ambientais das suas decisões. Os currículos de Engenharia Civil e de Arquitetura não abordam a quantificação de indicadores ambientais ou a abordagem do ciclo de vida. É urgente que se incluam aspectos ambientais nesses cursos, pois isso permitirá que futuros profissionais tomem decisões mais conscientes, considerando a variável ambiental. Também é importante complementar a formação dos profissionais atuantes no mercado com esses conceitos.

Neste sentido, em 2020 foi realizado um curso *online* de extensão universitária, oferecido gratuitamente pela Universidade de São Paulo (USP), intitulado "Avaliação do Desempenho Ambiental da Construção (ADAC)". O objetivo do curso consistiu em discutir os principais impactos ambientais associados ao ciclo de vida das edificações e capacitar os alunos a trabalharem com uma metodologia de quantificação e avaliação do desempenho ambiental, a ADAC (Avaliação do Desempenho Ambiental da Construção) (JOHN et al., 2020).

O curso se baseou na Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning* – PBL), com o desenvolvimento de um estudo de caso que acompanhou o conteúdo das aulas, para quantificação dos indicadores de desempenho ambiental do ciclo de vida de uma habitação típica brasileira. Ele também serviu como uma experiência piloto, visando ao planejamento de uma disciplina sobre avaliação do desempenho ambiental da construção para ser incorporada ao currículo do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP.

O curso contou com a participação de 50 alunos, de diferentes áreas de atuação – projetistas, profissionais atuantes em empresas de incorporação e construção,



pesquisadores, professores, entre outros – e de diferentes regiões do Brasil. Ao final do curso, os alunos foram solicitados a responder a um questionário de avaliação. Os resultados deste questionário visam embasar o aperfeiçoamento do curso e sua evolução para disciplinas de graduação e pós graduação.

O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência do ensino da ADAC no curso online, considerando os resultados da avaliação do curso feita pelos alunos da primeira turma, visando inspirar o oferecimento de cursos semelhantes em outras universidades e a discussão de possíveis encaminhamentos para sua integração ao curso de Engenharia Civil.

2 CURSO ON-LINE SOBRE DESEMPENHO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO

A Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), em parceria com a Escola Politécnica (POLI-USP) e seu Centro de Inovação em Construção Sustentável (CICS), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), a Universidade Tecnológica do Panamá (UTP) e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) realizaram, no segundo semestre de 2020, um curso *online* de extensão universitária intitulado "Avaliação do Desempenho Ambiental da Construção (ADAC)". O objetivo do curso consistiu em capacitar profissionais da construção (engenheiros, arquitetos, professores e pesquisadores) para realizarem a avaliação quantitativa do desempenho ambiental da construção.

A ADAC é baseada na metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), internacionalmente conhecida e utilizada por vários setores da indústria. A simplificação proposta consiste em limitar os indicadores de desempenho ambiental a serem calculados aos aspectos ambientais considerados prioritários para a construção brasileira, utilizando indicadores de inventário ao invés de indicadores de impacto. Isso permitiu a oferta de um curso rápido, o que não seria possível caso a capacitação fosse na ACV convencional.

O curso foi dividido em 12 aulas semanais com duração total de 30 horas. Cada aula tinha a duração de 1h30, onde era apresentado o conteúdo intercalado de atividades propostas aos alunos para melhor absorção dos conceitos apresentados. Cada aula tinha, em média, 3 atividades curtas propostas, seguidas de discussão. Todas as aulas foram ministradas por meio da plataforma Microsoft Teams®. O horário das aulas (das 18h30 às 20h00) foi ajustado para que profissionais pudessem participar, sem afetar suas atividades durante o horário comercial. O programa de aulas é apresentado na Tabela 1.



Tabela 1 Aula e conteúdo programático

Aula	Conteúdo
01	Ecologia industrial
02	Elaboração do inventário do ciclo de vida do produto
03	Cálculo dos indicadores de desempenho ambiental
04	Energia
05	Emissão de CO ₂ e mudanças climáticas
06	Consumo de recursos naturais
07	Geração de resíduos
08	Consumo de água e geração de efluentes
09	Circularidade na construção
10	Outras abordagens para avaliação do desempenho ambiental – ACV convencional
11	Ferramentas de suporte a decisão
12	Estudo de caso e fechamento

Em paralelo às aulas, foi desenvolvido um estudo de caso, para quantificar os indicadores de desempenho ambiental do ciclo de vida uma habitação típica brasileira, com base no projeto de uma habitação de interesse social unifamiliar térrea. O desenvolvimento do estudo de caso acompanhou o conteúdo das aulas, seguindo a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos.

Ao término de cada aula, um tempo era dedicado para tirar eventuais dúvidas que os alunos pudessem ter sobre o estudo de caso. Também foram realizadas três reuniões online para esclarecimentos de dúvidas. Na última aula, alguns alunos foram sorteados para apresentarem os resultados do estudo de caso. Além disso, cada aluno recebeu um *feedback* específico sobre o estudo de caso desenvolvido.

As aulas foram gravadas e disponibilizadas na plataforma *online* utilizada para o curso, podendo ser acessadas livremente pelos participantes. Foi também disponibilizado duas aulas gravadas onde autores de dois artigos publicados expõe a experiência de estudos realizados utilizando os conceitos da ADAC para avaliar emissões de CO₂ na madeira (PUNHAGUI; JOHN, 2022) e em blocos de concreto (OLIVEIRA; PACCA; JOHN, 2016). Para cada aula, foi igualmente disponibilizada uma apostila sobre os conteúdos apresentados, permitindo aos alunos consolidar os conceitos que foram ministrados.

O curso contou com a participação de 06 professores, sendo três doutores e três mestres, além de 02 monitoras estudantes de mestrado. Foram selecionados 50 alunos entre 275 inscritos, com base na análise curricular. A seleção buscou alunos com diferentes perfis, áreas de atuação e locais do Brasil. A Figura 1 e Figura 2 apresentam, em linhas gerais, o perfil dos participantes.

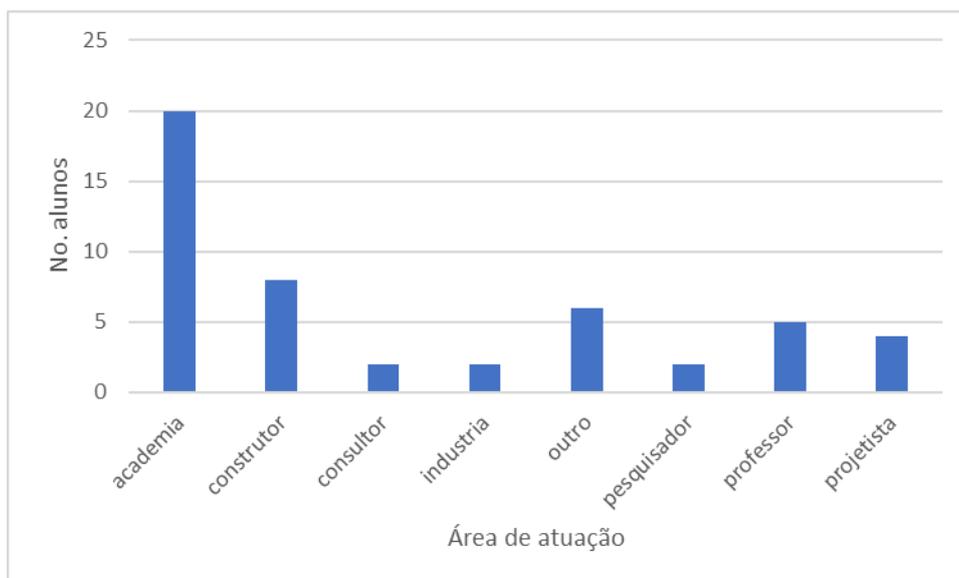


Figura 1 Número de alunos por área de atuação

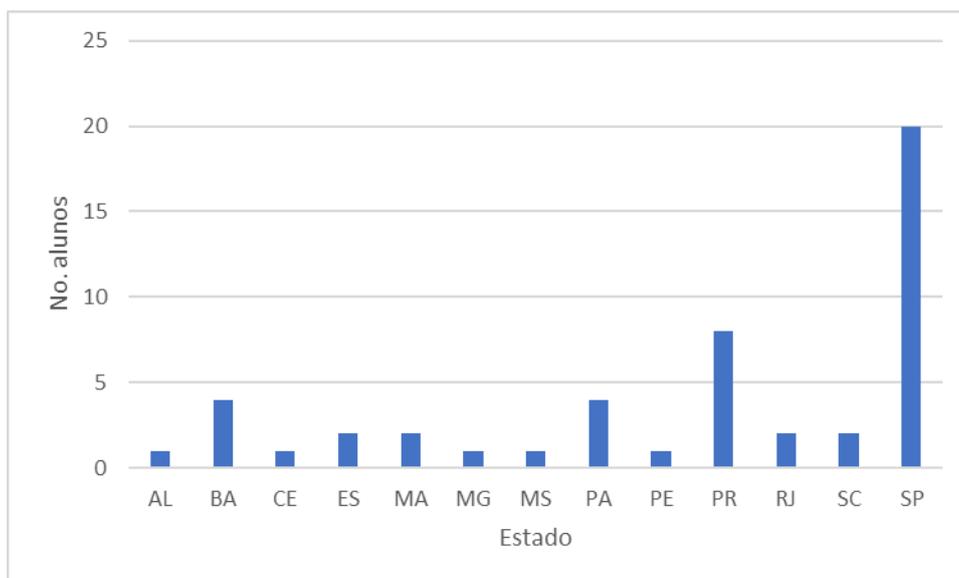


Figura 2 Número de alunos por estado

3 AVALIAÇÃO DO CURSO

No final do curso os alunos responderam a um questionário de satisfação. Dos 50 alunos que participaram do curso, 21 responderam ao questionário. Os resultados são apresentados na Figura 3.

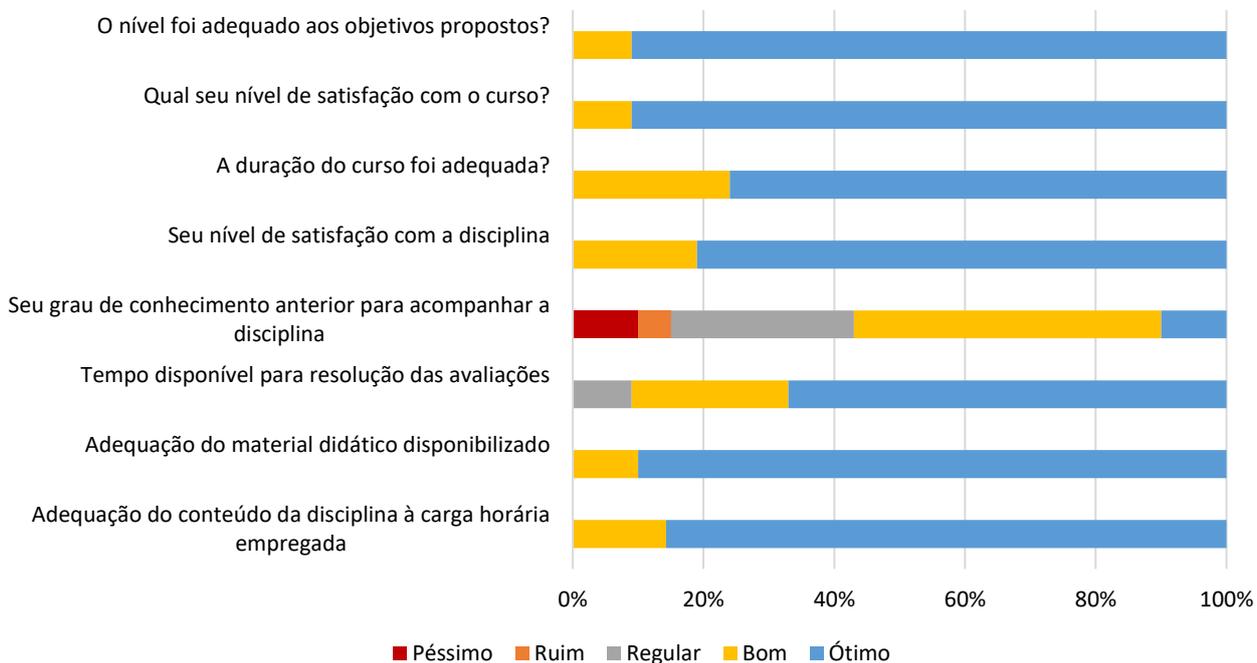


Figura 3 Resultados do questionário aos alunos no final do curso ADAC.

Interessante observar que, antes do curso, cerca de 40% dos alunos tinham grau de conhecimento limitado no conteúdo apresentado. Esta situação reforça a necessidade de que os cursos de Engenharia e Arquitetura incluam esta temática nos seus programas, considerando a elevada necessidade da redução dos impactos ambientais da construção. Em razão da metodologia difundida no curso ser simples e de fácil aplicação e com foco na indústria da construção brasileira, tem alto potencial de aplicação na formação de futuros profissionais da construção e, conseqüentemente, de sua aplicação quando em atuação no mercado.

Entre os pontos de atenção, que podem ser ajustados em futuros oferecimentos deste curso de extensão universitária ou no planejamento de cursos semelhantes, estão o tempo disponível para resolução das avaliações (em especial do estudo de caso) e a duração do curso. Em ambos os casos, pode-se considerar uma diluição do conteúdo em mais aulas, o que permitiria a repetição de alguns conceitos, visando à sua fixação, e um maior tempo para desenvolvimento do estudo de caso.

Constata-se também, na Figura 3, que em geral os alunos ficaram satisfeitos com o curso e na forma como o curso foi organizado em termos de conteúdo, duração, e material didático disponibilizado. Todos os alunos que responderam ao questionário informaram que recomendariam o curso.

4 SIDAC COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE GESTÃO AMBIENTAL

No mês de abril de 2022, foi lançada a o Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção (Sidac) (MME; CBCS, 2022). Essa ferramenta online e gratuita permite aos vários stakeholders da indústria da construção quantificarem de forma simples e prática o desempenho ambiental da construção do berço ao portão da fábrica de seus produtos (BELIZARIO-SILVA et al., 2022). Além disso, pode ser utilizada como uma ferramenta auxiliar no ensino da engenharia com vistas à redução do impacto ambiental pelo setor da construção.

Como o Sidac se baseia no método da ADAC, seu uso como ferramenta para aplicação da metodologia em estudos de caso e para levantamento dos impactos ambientais dos produtos disponíveis em sua base de dados é real e promissor. Atualmente o Sidac possui uma base de dados inteiramente brasileira, com 86 produtos de construção, que representam cerca de 90% dos produtos da indústria em massa e em carbono incorporado nas edificações.

Atualmente o Sidac está na primeira versão e conta com indicadores para quantificar a demanda de energia primária e emissão de CO₂ de produtos da construção brasileiros do berço ao portão da fábrica. Por serem calculados a partir de informações fáceis de medir e que já usualmente o produtor já controla, os dois indicadores são de fácil compreensão. Assim, o uso da ferramenta no ensino só tem a acrescentar no maior entendimento de como o setor da construção impacta o meio ambiente e quais medidas precisam ser tomadas para redução desses impactos.

Para elaboração da base de dados atual do Sidac, foram levantadas mais de 300 referências bibliográficas com foco na indústria da construção brasileira. A plataforma *online* também disponibiliza os relatórios de coleta de dados permitindo ao usuário compreender a origem dos dados e a metodologia utilizada no cálculo dos indicadores, além de aumentar a transparência do sistema.

A facilitação da aplicabilidade da metodologia ao longo da cadeia de valor da construção e o uso do Sidac, permite que seja simples a inserção do ensino de uma metodologia de avaliação do desempenho ambiental em cursos de engenharia. Como selecionar produtos e fornecedores com melhor desempenho será uma das funções dos estudantes de engenharia, entender como fazer essa seleção da melhor forma deve ser baseada em métricas confiáveis e simples.

A indústria da construção brasileira conta com um grande número de pequenas e médias empresas, o que resulta em grande variabilidade nos impactos ambientais de um mesmo produto fabricado por diferentes empresas. Por exemplo, a pegada de carbono de uma estrutura de concreto armado pode variar entre 162 e 324 t CO_{2e}, ou seja, uma variação total de 100% (BELIZARIO-SILVA et al., 2021). Se o engenheiro ao se formar já entende o

cenário e qual o seu papel na seleção e desenvolvimento de produtos de baixo impacto ambiental pelo setor da construção, a sociedade só tem a ganhar.

5 CONCLUSÃO

O curso de extensão *online* de curta duração "Desempenho ambiental da construção: como reduzir os impactos ambientais do ciclo de vida", oferecido pela EP-USP, EACH, IPT, UTP, e o CICS, teve a participação de 50 alunos e teve como objetivo ensinar sobre os impactos ambientais ao ciclo de vida das edificações. O curso capacitou os participantes a aplicarem uma metodologia de quantificação e avaliação do desempenho ambiental, a ADAC (Avaliação do Desempenho Ambiental da Construção). Embora no início do curso 40% dos alunos tivessem grau de conhecimento limitado sobre o conteúdo apresentado, ao final os alunos ficaram satisfeitos com o curso, na forma como foi organizado em termos de conteúdo, duração e material disponibilizado.

Como a ferramenta online Sidac adota a mesma metodologia abordada no curso, seu uso em cursos de engenharia para ensinar os futuros profissionais a quantificar o desempenho ambiental de produtos da construção é promissor. A metodologia está disponível gratuitamente a todos os usuários, e a origem dos dados que compõe a base de dados é transparente.

6 REFERÊNCIAS

BELIZARIO-SILVA, F. et al. Influência do projeto estrutural e da seleção dos materiais na pegada de carbono de uma estrutura de concreto armado. **CONCRETO & Construções**, v. XLIX, n. 104, p. 42–48, 2021.

BELIZARIO-SILVA, F. et al. Sidac: uma ferramenta simples para gestão do desempenho ambiental da construção brasileira. **Concreto & Construções**, n. 105, p. 80–83, 2022.

JOHN, V. M. et al. Proposta de método prático para avaliar o desempenho ambiental no ciclo de vida da construção. **CONCRETO & Construções**, v. ,XLVIII, n. 100, p. 48–56, 2020.

MME; CBCS. **Sidac - Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção**. Disponível em: <<https://sidac.org.br/>>. Acesso em: 17 maio. 2022.

OLIVEIRA, L. S.; PACCA, S. A.; JOHN, V. M. Variability in the life cycle of concrete block CO2 emissions and cumulative energy demand in the Brazilian Market. **Construction and Building Materials**, v. 114, p. 588–594, jul. 2016.

PUNHAGUI, K. R. G.; JOHN, V. M. Carbon dioxide emissions, embodied energy, material use efficiency of lumber manufactured from planted forest in Brazil. **Journal of Building Engineering**, v. 52, p. 104349, jul. 2022.

Abstract: Reducing environmental impacts in the construction industry is essential to meeting sustainable development goals. Professionals working in the Brazilian construction industry must be trained to assess the environmental performance of their decisions. However, Civil Engineering and Architecture programs do not address the quantification of environmental indicators or the life cycle approach. The objective of this work is to present the experience of teaching a course entitled "Assessment of Environmental Performance of Construction" which consisted of discussing the major environmental impacts associated with the life cycle of buildings and enabling students to work with a methodology of quantification and evaluation of environmental performance. The course was attended by 50 students from different areas of activity – designers, professionals working in development and construction companies, researchers, and professors, among others, and from different regions of Brazil.

Keywords: *Environmental performance assessment, CO₂ emissions, energy consumption, online training for Engineering and Architecture courses.*