



## LABORATÓRIO DE ILUMINAÇÃO A CÉU ABERTO - UMA EXPERIÊNCIA NA VINCULAÇÃO DA TEORIA À PRÁTICA NO ENSINO ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6296

**Autores:** JOSÉ FERNANDO MANGILI JÚNIOR, CAIO FONSECA GUERRA, MARCOS ANTÔNIO PIZA, JOSÉ MARIA TORRES, LUIS CLÁUDIO BUSETTI

**Resumo:** Este trabalho apresenta resultados da implementação de um projeto denominado “Laboratório a Céu Aberto” na Universidade Estadual de Londrina, cuja finalidade foi a modernização dos ativos de iluminação viária (veículos e pedestres) do campus com análises de desempenho dos sistemas de iluminação a LED (Light-Emitting Diode) e telegestão. Tal projeto, dentre seus vários objetivos, propiciou a inserção dos estudantes dos cursos de engenharia e arquitetura do Centro de Tecnologia e Urbanismo da UEL em ambiente considerado como um canteiro de obras, permitindo a integração da teoria ministrada em sala de aula com a prática de campo. Além do mais, puderam interagir no planejamento, nos projetos e com a empresa prestadora dos serviços de manutenção, realizando o acompanhamento de todas essas etapas e podendo realizar a conferência de performance dos sistemas instalados em campo.

**Palavras-chave:** Práticas de ensino, iluminação viária, Ensino de engenharia, Práticas de ensino, iluminaviária, Ensino de engenharia., Práticas de ensino, iluminação viária, Ensino de engenharia., Práticas de ensino, Iluminação viária, Integração empresa-escola.

## **LABORATÓRIO DE ILUMINAÇÃO A CÉU ABERTO – UMA EXPERIÊNCIA NA VINCULAÇÃO DA TEORIA À PRÁTICA NO ENSINO ENGENHARIA**

### **1 INTRODUÇÃO**

A formação acadêmica de jovens nas áreas de engenharia e arquitetura, baseada em matrizes curriculares clássicas com suas ementas pré-estabelecidas e calcadas no tecnicismo, atualmente se encontra passando por um declínio na procura. Esse declínio ocorre no Brasil pelas mais diversas razões (distanciamento da teoria acadêmica com a prática de mercado, não perspectiva de boa remuneração, questões sociais, dificuldade dos cursos etc.) associado às mudanças no perfil de comportamento dos jovens que vem exigindo uma maior aproximação com outros campos do conhecimento ligados à prática efetiva da engenharia e que envolvam aspectos sociais, econômicos, ambientais e de atendimento à população.

Na maioria das universidades brasileiras, existe um campo fértil e disponível para buscar preencher parte desta lacuna, qual seja, ações de integração dos conteúdos teóricos e práticos, aproveitando os movimentos da administração geral das universidades (projetos, construções, reformas etc.) ou outros projetos ligados à extensão ou pesquisa aplicada. Tal oportunidade, devidamente estruturada dentro dos planos de cursos das disciplinas já ofertadas, podem ser uma alternativa de motivação e despertar do interesse dos alunos pelos estudos, aproximação com o mercado, enriquecimento de seu conhecimento, engajamento e desenvolvimento de diversas habilidades e atendimento de seus anseios ou exigências.

Nesse sentido, um dos campos de estudo e aplicação das engenharias e arquitetura que ressurgiu com a modernização de sua tecnologia e agitou o mercado nos últimos anos foi a iluminação artificial. Os avanços tecnológicos no setor de iluminação, especialmente com a adoção do LED (Light-Emitting Diode) têm proporcionado soluções versáteis, substituindo tecnologias tradicionais com benefícios significativos em eficiência energética e redução de impacto ambiental, quer seja para interiores ou exteriores, atraindo muitos profissionais graduados e graduandos para esse vasto e desafiador campo de trabalho.

Dentro desse contexto, a iluminação viária e ornamental é indispensável, desde a época dos lampiões ou candeeiros, até os dias atuais com os modernos sistemas a LED, para que os habitantes das cidades desenvolvam uma melhor qualidade de vida nos centros urbanos, realizando assim o papel de instrumento de cidadania, permitindo aos mesmos desfrutar plenamente do espaço público no período noturno, com segurança, ergonomia e qualidade de vida, vindo a se tornar dessa forma também um dos elementos de valorização desses espaços públicos e da arquitetura local e de seus entornos. (MANGILI e MARIOTTONI, 2017)

Não obstante, especificamente a iluminação viária nos municípios brasileiros, vem sendo motivo de grandes discussões entre empresas fabricantes, profissionais especialistas em iluminação do mercado e do meio acadêmico, por envolverem novidades tecnológicas, políticas públicas de infraestrutura, bem-estar social, meio ambiente e melhoria das cidades, desempenhando um papel crucial na promoção da segurança, mobilidade e qualidade de vida nos ambientes urbanos.

No Brasil, a norma ABNT/NBR-5101 regula a iluminação viária, estabelecendo requisitos técnicos para assegurar que os sistemas instalados atendam às necessidades da população, promovendo segurança e conforto visual, além de minimizar os impactos ao meio ambiente. A revisão mais recente, publicada em 2024, introduziu atualizações significativas, como critérios mais rigorosos para a temperatura de cor, controle da poluição luminosa e novos conceitos voltados à eficiência luminotécnica, sendo, em consonância com as novas tecnologias de iluminação, vasto campo de estudos e com grande potencial para despertar interesse dos jovens em formação ou interessados em ingressar nos cursos superiores citados.

Em espaços universitários, como o campus da Universidade Estadual de Londrina (UEL) a iluminação viária é essencial para garantir a segurança de pedestres e veículos, possibilitar a realização de atividades noturnas e criar um ambiente mais acolhedor e funcional, ou seja, um ambiente de vivência e experiências disponível para os estudantes.

Diante desse contexto, no ano de 2024, a Universidade Estadual de Londrina (sob supervisão da prefeitura do campus (PCU) e do departamento de engenharia elétrica (DEEL) junto com a Prefeitura Municipal de Londrina, por meio da empresa pública Londrina Iluminação (LI) implantaram um laboratório de iluminação viária “a céu aberto” no campus universitário utilizando sistemas altamente eficientes a LED, adaptados para receber a instalação de outros sistemas de IoT (Internet of Things) agregando “serviços” além da iluminação, como por exemplo, sistemas de telegestão para controle da iluminação e redução do consumo de energia, câmeras de segurança, pontos de acesso à Internet etc. todos aplicáveis sob o conceito de Cidades Inteligentes (Smart Cities).

Tal projeto foi implantado visando o desenvolvimento de projetos de iluminação viária, estudos de novas tecnologias e testes de equipamentos com apoio e participação de professores e de estudantes do curso de Engenharia Elétrica e acompanhamento por parte dos alunos de Engenharia Civil e Arquitetura, durante todas as etapas de desenvolvimento desse projeto (análises dos projetos, acompanhamento de obras em campo, elaboração de relatórios técnicos e desenvolvimento de estudos específicos em trabalhos de conclusão de curso).

Na sua realização foram instalados cerca de 628 pontos de iluminação viária a LED, entre substituição de pontos existentes com luminárias com tecnologia a vapor de sódio e novos pontos onde não havia iluminação, numa área de cerca de duzentos e trinta e cinco hectares com aproximadamente nove quilômetros de vias pavimentadas. Dentre esse montante, 180 pontos foram para iluminação em cerca de três mil e seiscentos metros de vias de pedestres, atendendo reivindicação da comunidade acadêmica que há anos pedia por modernização e aumento da segurança no campus.

Em contrapartida, os conteúdos teóricos de projetos de iluminação que já eram ministrados em disciplinas de eletrotécnica, instalações elétricas e desempenho lumínico passaram a contar com os estudos de caso dos ambientes frequentados pelos alunos e que passaram e ainda se encontram em processos de revitalização e modernização.

## **2 A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO**

O desenvolvimento desta ação, em busca da integração dos alunos com a prática da profissão, iniciou-se com a aplicação de questionários de avaliação da comunidade acadêmica e sua percepção acerca do sistema de iluminação, à época. Na sequência foram confeccionados os projetos de iluminação viária (veículos e pedestres) do campus,

passando pelo acompanhamento das obras/serviços e culminando com as avaliações do sistema em operação e avaliação do cumprimento s projetos.

Tal questionário foi aplicado na comunidade acadêmica, via formulário GoogleForms e sob responsabilidade dos estudantes, sendo que nas respostas a comunidade apontou alguns itens a serem observados pelos projetistas da modernização da iluminação viária do campus. Dentre esses itens, a qualidade da iluminação, “Tabela 1”, e a segurança em função da iluminação, “Tabela 2”, apontaram a percepção da comunidade acadêmica.

Tabela 1 – Avaliação da qualidade da iluminação por centro de estudos

| Avaliação    | CCA       | CCB       | CCE       | CCH       | CTU       | CECA      | CESA      | Outros   | Total      |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| 1 Horrível   | 4         | 5         | 3         | 5         | 9         | 2         | 6         | 1        | <b>35</b>  |
| 2 Ruim       | 12        | 13        | 17        | 12        | 31        | 6         | 28        | 5        | <b>124</b> |
| 3 Regular    | 5         | 8         | 14        | 4         | 13        | 8         | 13        | 1        | <b>66</b>  |
| 4 Bom        | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0        | <b>6</b>   |
| 5 Ótimo      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | <b>0</b>   |
| <b>Total</b> | <b>23</b> | <b>27</b> | <b>35</b> | <b>22</b> | <b>54</b> | <b>16</b> | <b>47</b> | <b>7</b> | <b>231</b> |

Fonte: Autores (alunos)

Tabela 2 – Sensação de segurança gerada pela iluminação, por centro de estudos

| Avaliação                | CCA       | CCB       | CCE       | CCH       | CTU       | CECA      | CESA      | Outros   | Total      |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| 1 Completamente Inseguro | 8         | 9         | 7         | 9         | 14        | 9         | 13        | 1        | <b>70</b>  |
| 2 Inseguro               | 8         | 10        | 1         | 8         | 27        | 3         | 24        | 5        | <b>99</b>  |
| 3 Razoável               | 5         | 8         | 11        | 4         | 10        | 3         | 10        | 1        | <b>52</b>  |
| 4 Seguro                 | 2         | 0         | 2         | 1         | 3         | 1         | 0         | 0        | <b>9</b>   |
| 5 Completamente Seguro   | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | <b>1</b>   |
| <b>Total</b>             | <b>23</b> | <b>27</b> | <b>35</b> | <b>22</b> | <b>54</b> | <b>16</b> | <b>47</b> | <b>7</b> | <b>231</b> |

Fonte: Autores (alunos)

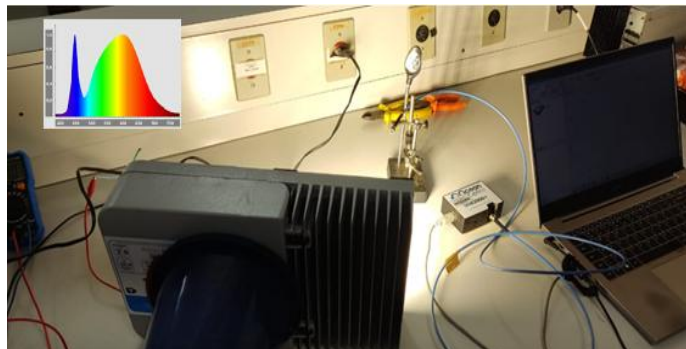
Desta forma, os estudantes puderam compreender como a comunidade enxergava o ambiente onde eles se inserem e teriam que acompanhar as modificações ou mesmo sugerir a implementação de melhorias visando atender às expectativas postas.

Já na etapa de projetos, os estudantes foram capacitados teoricamente com os conceitos de iluminação e técnicas de projeto, para escolha dos sistemas de iluminação. Também foram levados a laboratório, onde puderam acompanhar ensaios de bancada com um espectômetro, conforme “Figura 1”, para o levantamento do perfil do espectro luminoso irradiado pelas fontes luminosas. Desta forma, passaram a ter o conhecimento das grandezas físicas e equipamentos a serem utilizados para os projetos e qual sua interferência em cada resultado pretendido em campo.

Na sequência, foram introduzidos à confecção do projeto propriamente dito, com a utilização de um software livre (Dialux) amplamente difundido e utilizado por projetistas de renome e utilizado nas matérias dos cursos de engenharia e arquitetura da UEL, conforme “Figura 2”. Os estudantes foram instruídos para seu uso e foram convidados a trabalhar sobre os anteprojetos de reforma da iluminação do campus previamente elaborados pelos docentes e profissionais da empresa envolvidos, podendo opinar sobre sua percepção quanto às condições da iluminação no campus, existente à época (iluminação a vapor de sódio) e sobre a necessidade de os projetos que lhes foram apresentados atendessem às

expectativas colhidas com a interação como a comunidade acadêmica. Essa etapa foi introduzida e realizada como parte das atividades das matérias ministradas.

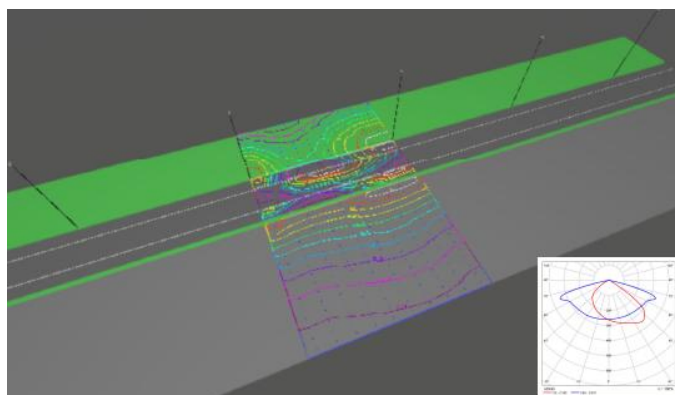
Figura 2 – Projetos no DiaLux.



Fonte: Autores (professor e alunos)

Diante dos desafios proposto e aceitos, foram a campo, realizaram levantamentos dos ambientes das reformas e modernizações, medidas das dimensões e classificação das vias de acordo com o fluxo e trânsito de veículos e pedestres, distâncias e altura de posteamento e outros dados, para conhecer as características técnicas e parametrizações exigidas pelo software e atender às expectativas de sua comunidade.

Figura 2 – Projetos no DiaLux.



Fonte: Autores (alunos)

Na sequência, após a aplicação dos dados e confecção dos projetos, estes foram recolhidos pelos docentes e, dentro das possibilidades em relação à sua concepção original nos anteprojetos iniciais, alguns dos projetos retrabalhados foram escolhidos para serem implantados pela Prefeitura do Campus e a empresa Londrina Iluminação.

Uma vez definidos os projetos e equipamentos a serem instalados, de acordo com as especificações avaliadas por todos os envolvidos, deu-se o acompanhamento das trocas de luminárias viárias em todo o campus da Universidade Estadual de Londrina, “Figura 3”, sob a orientação de um docente supervisor.

Nessa etapa os alunos puderam observar de forma direta todas as tarefas envolvidas na substituição dos ativos, desde a retirada das luminárias antigas até a instalação das novas unidades, incluindo os testes de relés ainda durante o dia, para verificar o funcionamento dos conjuntos. Também puderam entender organização e segurança de um canteiro de obras, a complexidade na utilização de ferramentas e equipamentos

mecanizados, a realização de trabalhos na proximidade de redes de energia e o tempo utilizado na realização das tarefas.

Figura 3 – Alunos na obra.



Fonte: Autores (professor)

Tais atividades sempre realizadas com agendamento e sincronia entre o horário de aula e o cronograma de trabalho das equipes da PCU e LI.

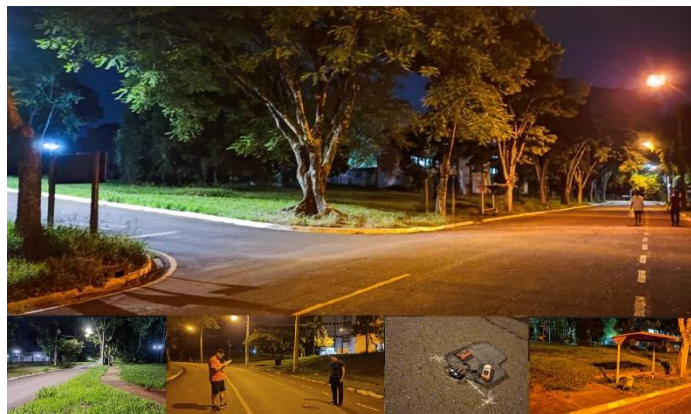
Após finalizada a etapa de instalação, os alunos puderam avaliar a performance dos sistemas, quando de seu uso no período noturno e comparar visualmente os sistemas antigos com os novos, aplicar as técnicas de medição das malhas de iluminação (cálculos, marcação em solo e planilhamento das leituras) manusear os equipamentos necessários (trena, luxímetro) e analisar os dados colhidos, conforme as normas ABNT/NBR-5101.

Nesta etapa os alunos puderam compreender também as principais diferenças entre a versão de 2018 da ABNT/NBR-5101 e sua versão atualizada de 2024, uma vez que na primeira, a norma exigia a definição de pontos específicos para medição e cálculo da iluminância, ou seja, duas planilhas, com a necessidade de pelo menos cinco linhas longitudinais e três linhas transversais de medição. Para os pontos restantes, realizava-se uma interpolação entre os dados de iluminância, resultando em uma grade de medição de 17x5 (85 pontos) para cada faixa de rolamento, sendo que apenas 15 desses pontos eram efetivamente utilizados para a medição. Por outro lado, na segunda (2024) as grades de cálculo foram eliminadas, e o número de pontos de medição aumentou consideravelmente, sendo necessário medir pelo menos 10 linhas longitudinais e 3 transversais, o que gera uma grade com 30 pontos de medição.

A análise comparativa entre as normas NBR 5101:2018 e sua revisão de 2024 exigiu a realização de medições dos níveis de iluminamento na malha luminotécnica do campus, conforme visto na “Figura 4”, sendo que as medições seguiram os procedimentos definidos em cada uma das normas para garantir a precisão dos resultados e possibilitar uma avaliação detalhada das diferenças entre elas.

Tal procedimento permitiu aos alunos constatarem que atualização da norma proporcionou uma maior estabilidade nos níveis de iluminamento medidos, eliminando a necessidade de uma grande quantidade de grades de cálculo, como era exigido na versão anterior, propiciando uma compreensão dos efeitos práticos da atualização de uma norma técnica.

Figura 4 – Inspeção das vias e medições.



Fonte: Autores (professor)

Após a realização dessas etapas de planejamento, projeto, instalação e medições nos diversos locais do campus da Universidade Estadual de Londrina, constatou-se uma significativa melhora na iluminação após a substituição das luminárias antigas (com lâmpadas a vapor de sódio) por luminárias novas (com tecnologia LED). A comparação entre os valores de iluminância medidos antes e após a modernização evidenciou um aumento expressivo nos níveis de iluminação, superando, em alguns casos, os requisitos estabelecidos pela NBR-5101 de 2024, corroborando a concepção do projeto que visou a segurança e bem-estar do usuário, em consonância com as respostas apresentadas quando do início do projeto, pela comunidade acadêmica, ou seja, com a população alvo.

Dessa forma, o desenvolvimento do projeto integrou tanto os aspectos teóricos de uma matéria (fundamentos de projeto, análise e interpretação de normas, técnicas de medição) quanto os práticos (acompanhamento de obra, observação de procedimentos de manutenção, operação de instrumentos de medição, realização de cálculos e análises em campo) realizados em ambiente real de implantação. Tais constatações foram realizadas pelos próprios alunos que também relataram o grande avanço na compreensão de atuação de um engenheiro em projetos aplicáveis aos ambientes construídos das cidades.

Observou-se dessa experiência, um grande interesse dos alunos pelos assuntos pertinentes à matéria à medida que essa era desenvolvida, além de baixo índice de uso de celular durante as aulas teóricas, baixo índice de ausências (abaixo da média de outras disciplinas) participação efetiva dos estudantes, com sugestões de intervenção e melhorias nos projetos e instalações em locais que eles próprios consideravam necessários. Além disso, os participantes passaram a defender o projeto junto à comunidade acadêmica em geral (funcionários, alunos e docentes) explicando as razões das técnicas empregadas na concepção dos projetos, instalações realizadas e resultados alcançados, mostrando que a utilização dos espaços internos da universidade e seus projetos e obras de ampliação ou reformas servem como um fértil ambiente para os estudos e motivação para os estudantes, propiciando a integração e o ensino-aprendizagem elementos de formação.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato da iluminação exceder os requisitos normativos mínimos está alinhado com algumas das estratégias do projeto, visando garantir um sistema de iluminação eficiente e perceptível, aumentando a sensação de segurança em todo o campus da Universidade.



Mesmo diante desse suposto sobredimensionamento, a modernização da iluminação pública com LEDs não apenas reduziu o consumo energético, mas também minimizou a poluição luminosa. Essa abordagem contribuiu para a preservação dos biomas naturais nas matas e jardins da universidade, mostrando a possibilidade da contribuição da iluminação viária para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

O projeto ainda se encontra em andamento e em fase de monitoramento do fluxo luminoso das luminárias e seus percentuais de depreciação, a cada 1000 horas, cujas medições em campo deverão ser realizadas e analisadas pelos mesmos grupos de estudantes, para efeito de avaliação do ciclo completo do sistema.

Nesse caso, a depender dos índices de depreciação, ainda poderá caber uma atualização futura, reduzindo a densidade de potência, visando uma redução mais acentuada no consumo de energia, aumentando ainda mais a eficiência energética do sistema.

## AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de Londrina e à empresa Londrina Iluminação, que participaram da instalação dos novos ativos de iluminação a LED e que contribuirão para a continuidade do projeto assessorando a universidade com suas equipes de campo para manutenção nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: Iluminação pública - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: Iluminação viária - Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

MANGILI Jr., Jose F.; MARIOTTONI, Carlos A.; SILVA, A. D. Iluminação Pública: manutenção e modernização, os riscos à saúde, ao meio ambiente e à segurança do trabalhador In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2017, Ponta Grossa. Anais - ISSN 2237-6143. Ponta Grossa.

