



APLICABILIDADE DE NORMAS DE ILUMINAÇÃO: A EXPERIÊNCIA DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

L C L Souza

Universidade Estadual Paulista - UNESP-Bauru

Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo

NUCAM - Núcleo de Conforto Ambiental

Av. Eng^o Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n - Vargem Limpa

17.033-360 - Bauru/SP - Brasil

Fax: 55(14)221-6054

E-mail: leacrist@bauru.unesp.br

RESUMO Este trabalho descreve exercícios metodológicos aplicados a disciplina de Conforto Ambiental II, apresentando os resultados e críticas, observadas através do emprego dos projetos de norma da ABNT para determinação da iluminação natural e avaliação experimental das condições lumínicas do ambiente interno. No decorrer da experiência foi constatado que é grande a aceitação dos alunos e são de boa aplicabilidade às normas de cunho experimental, com uso de luxímetro para verificação das condições existentes no ambiente. No entanto, os métodos de cálculo e gráficos para predição lumínica com emprego de diagramas de contribuição relativa de luz ainda se configuram como um instrumento de difícil apreensão.

ABSTRACT This paper describes some methodological exercises experienced on the Course Environmental Comfort, presenting the results and the evaluation obtained by the application of the draft version of the ABNT instructions for daylighting determination and by the experimental evaluation of lighting conditions in indoor environment. During this experience it could be observed that experimental instructions using luxmeters for environmental performance evaluation are well accepted by students and have good practice use. On the other hand, calculation methods and diagrams of relative lighting contribution for lighting performance prediction still demand a significant amount of hard work for its comprehension.

1 Introdução

O Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual Paulista - UNESP apresenta algumas peculiaridades: vinculado ao Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, o curso pertence à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, tratando-se do único curso de Arquitetura de toda UNESP e estando sediado no Câmpus de Bauru.

Com a portaria MEC 1770/94, a implantação de uma nova grade curricular exigiu novos enfoques didático e metodológico, que vêm sendo abordados desde 1994, tendo sofrido em 1999 uma reformulação para maior adequação de cargas horárias e conteúdos. O currículo vigente tem caráter interdisciplinar e de seriação, que confere às disciplinas (com raras exceções) a característica de serem anuais e terem como eixo de integração e síntese de todas as matérias do curso, o conjunto de disciplinas de Trabalho Projetual Integrado (TPI). Nela concentram-se os conteúdos teórico-práticos de Edificações, Urbanismo e Paisagismo, constando da grade curricular do 1º ao 4º ano, e sendo no 5º ano representado pelo Trabalho Final de Graduação.

Dentro desta estruturação, o conteúdo de Conforto Ambiental se divide em duas disciplinas anuais (Conforto Ambiental I e Conforto Ambiental II) que são lecionadas na 1º e 2ª série do curso, respectivamente, contando com duas turmas com cerca de 24 alunos cada série. Estas disciplinas de Conforto Ambiental procuram, portanto, dar subsídios para o desenvolvimento dos projetos elaborados nas disciplinas de Trabalho Projetual Integrado e posteriormente do Trabalho Final de Graduação. Conforto térmico, lumínico e acústico são abordados pelas duas disciplinas, com maior ênfase (porém não exclusivamente) para aspectos urbanos e qualitativos no primeiro ano e maior ênfase para aspectos do ambiente interno e quantitativo no segundo ano.

Neste contexto curricular, a necessidade de reavaliação de estratégias projetuais e métodos de determinação do desempenho ambiental da edificação envolve não só a alteração da metodologia do ensino em Arquitetura até então empregada, como também atualização e inclusão de instrumentos de normalização que possam ser utilizados pelos futuros arquitetos. Servindo de apoio ao trabalho de reavaliação de estratégias o curso conta, a partir do 1º semestre de 1999, com um Grupo de Estudo denominado Núcleo de Conforto Ambiental (NUCAM), composto por três docentes com atuação na área de Conforto Térmico, Acústico e Lumínico. Assim, novos instrumentos projetuais vêm sendo empregados em diversas etapas letivas, e, ao mesmo tempo, verifica-se a eficácia desses instrumentos na sala de aula e sua aceitação como ferramenta para o futuro arquiteto.

Neste trabalho a experiência apresentada refere-se ao resultado obtido pela aplicação de alguns projetos de norma de iluminação na disciplina de Conforto Ambiental II, portanto, para alunos da 2ª série do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

2 Normas como Instrumento Metodológico

Há algum tempo, a necessidade de normalização na área de Conforto Ambiental no Brasil vem sendo discutida, principalmente em Encontros Nacionais de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC), como pode ser observado em LAMBERTS & PEREIRA (1993), SOUZA (1995), SCARAZZATO (1995) e LAMBERTS (1997), dentre outros.

Cabe ressaltar que, através do Projeto Normalização em Conforto Ambiental (UFSC-FINEP, 1996), textos de normas foram disponibilizados para discussões na INTERNET, permitindo amplo acesso e facilitando a atualização dos profissionais da área.

Em geral, as normas buscam descrever métodos simples e práticos e, por isso mesmo, torna-se um instrumento de grande importância metodológica para o ensino do conforto no ambiente construído. Acredita-se que o incentivo de sua aplicação ainda em curso de graduação pode resultar na sua desmistificação, para que sua utilização seja concretizada de forma rotineira pelos futuros profissionais da construção civil. Além disso, a sua aplicação no curso de graduação representa uma forma de se estabelecer um contato direto do aluno com um instrumento a ser empregado na vida profissional do arquiteto.

Desta forma, através das informações disponíveis em INTERNET, a disciplina de Conforto Ambiental II, procurando estabelecer uma integração entre o ensino e as tendências atuais do mercado de trabalho do arquiteto, e procurando responder aos anseios dos próprios alunos, incorporou como instrumento didático em 1999 as seguintes propostas de normas: "Avaliação Experimental das Condições de Iluminação Interna de Edificações - Bases para Projeto, Metodologia e Procedimentos (Projeto 02.135.02-004)" e "Método de Determinação da Iluminação Natural em Ambientes Internos".

3 Descrição e objetivos dos exercícios elaborados

Acredita-se que a utilização de instrumentos e a aplicação de exercícios práticos devam ser cada vez mais incentivada, não só como complementação à teoria, mas também como ferramenta didática de grande alcance. Assim sendo, para o estudo da iluminação natural em ambientes internos, os alunos da disciplina Conforto Ambiental II foram incentivados a efetuar medições de iluminâncias em diversas salas de aula da UNESP - Câmpus de Bauru, utilizando-se como referência o projeto de norma 02.135.02-004.

Podem ser citados os seguintes objetivos principais deste exercício: desenvolver no aluno a capacidade de perceber a importância do aproveitamento da luz natural no ambiente construído; desenvolver no aluno a capacidade de identificar a influência das diferentes características arquitetônicas no desempenho lumínico do ambiente.

O seguinte procedimento foi adotado: com grupos de 4 pessoas, inicialmente deveria ser efetuada a escolha de salas para medições de iluminância interna com luxímetros; organizada uma malha de pontos de medição, conforme indicado na norma; avaliada qualitativamente, antes de medir, classificando como boa, regular ou fraca a iluminância alcançada em cada ponto marcado para medição; efetuadas as medições e esboçado o comportamento das curvas isolux; após a medição, deveria ser revista a classificação previamente dada a cada ponto para ser identificada numericamente a classificação; o grupo deveria analisar as curvas e identificar no ambiente construído quais os possíveis elementos construtivos que estariam influenciando na distribuição e iluminância alcançada e, por fim, todos os grupos deveriam expor aos demais seus resultados para discussões. Este procedimento se desenvolveu em um período de 270 minutos letivos, considerando que o número de equipamentos era reduzido e, portanto, deveria haver um rodízio para que os grupos pudessem efetuar suas análises.

Em uma segunda etapa do ensino de iluminação natural, o objetivo foi a previsão do desempenho lumínico de espaços a serem projetados. Para esta etapa foi adotada como instrumento metodológico o projeto de norma "Método de Determinação da Iluminação Natural em Ambientes Internos". Este projeto corresponde à determinação gráfica para cálculo de iluminância interna obtida através de uma abertura e do emprego de Diagramas de Contribuição Relativa de Luz (DCRL), desenvolvidos por SOUZA & PEREIRA (1997).

Foi adotado, conforme previsto em norma, o método do fluxo dividido, para o qual as componentes do fluxo luminoso são calculadas individualmente. Assim, para cada componente em questão foi reservada atividade de conhecimento teórico, seguida imediatamente pela aplicação prática de sua quantificação. O seguinte procedimento foi adotado: trabalhos desenvolvidos individualmente em sala de aula, tendo como referência a norma já citada e elegendo-se um projeto de uma sala igual para todos os alunos. Primeiramente foi calculada a componente de céu para um determinado dia e época do ano; em seguida foi calculada a componente refletida externa; posteriormente foi calculada a componente refletida interna e a etapa final refere-se ao cálculo total do resultado alcançado. Para cada uma das componentes foi destinado um dia letivo, correspondendo ao período de 90 minutos de aula teórica e 90 minutos de exercício prático, perfazendo um total de 470 minutos.

Tanto no caso da primeira norma aplicada, como no segundo caso, o conteúdo foi revisto em questões de prova. Após a prova e antes do conhecimento por parte do aluno do conceito por ele obtido nesta prova, foi elaborada uma avaliação, por questionários de opinião, sobre os dois métodos empregados durante o semestre.

4 Resultados e Discussões

A aplicabilidade das normas é aqui discutida tanto sob o ponto de vista do docente, quanto pelos resultados obtidos nos trabalhos, provas e questionários de opinião que foram aplicados.

Considerando as questões relativas às medições práticas com luxímetros, tanto em prova, quanto em exercícios, foi observada em média 87% (desvio padrão de 17%) de questões certas, enquanto para o método gráfico de predição foram observadas em média 69% (desvio padrão de 27%) de questões certas (Fig.1).

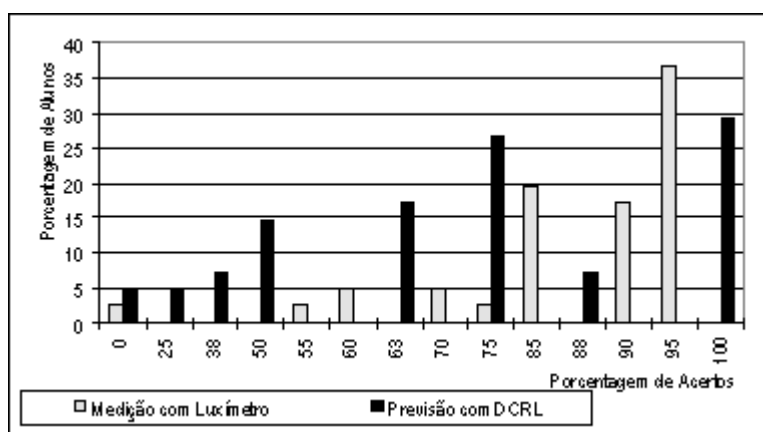


Fig.1 Gráfico Comparativo de Respostas Corretas

Por parte do docente, foi verificado que os alunos demonstraram maior interesse, quando o estudo implicava na utilização de aparelhos de medição (luxímetro). Perguntas, curiosidade e encadeamento de idéias puderam ser verificadas com constância neste tipo de exercício. Por outro lado, para a previsão com diagramas de contribuição relativa de luz (DCRL) houve necessidade de várias repetições das explicações, principalmente, no que se refere à projeção estereográfica. Neste segundo caso, as perguntas limitaram-se a dúvidas quanto ao mecanismo de confecção e visibilidade da base gráfica ou da própria falta de compreensão e dificuldade de interpretação da norma. Estas observações e resultados mostram uma tendência em haver melhor apreensão do conhecimento, quando atividades práticas com aparelhos de medição são exercitadas.

Através do questionário de opiniões, outras tendências e resultados puderam ser observados. O questionário apresentou um índice de resposta de 87% dos alunos que se submeteram à aplicação das normas, isto é, dentre os 47 alunos que compõem as duas turmas, 41 responderam ao questionário.

Ao exprimirem sua auto-avaliação quanto às normas aplicadas, a maioria indica, para ambos os métodos, que mantiveram na memória apenas 75% do procedimento adotado. Observa-se, porém, que para a norma que utiliza o luxímetro este índice é apontado por 70% dos entrevistados, enquanto para a norma com aplicação do DCRL o mesmo índice é apontado por apenas 58% dos entrevistados (Fig. 2).

Uma análise dos resultados apresentados no gráfico da Fig. 2 demonstra que enquanto para a medição com luxímetro a segunda faixa de concentração corresponde a uma apreensão de 100% do método, para a previsão com DCRL a concentração secundária refere-se a 50% de apreensão. Este resultado revela uma tendência de maior alcance didático quando são utilizados aparelhos, principalmente se for considerado que este método foi o primeiro a ser ensinado, tendo, portanto decorridas várias semanas até a pesquisa de opinião, enquanto o intervalo entre a aprendizagem do método do DCRL e o questionário de opiniões não foi superior a 15 dias.

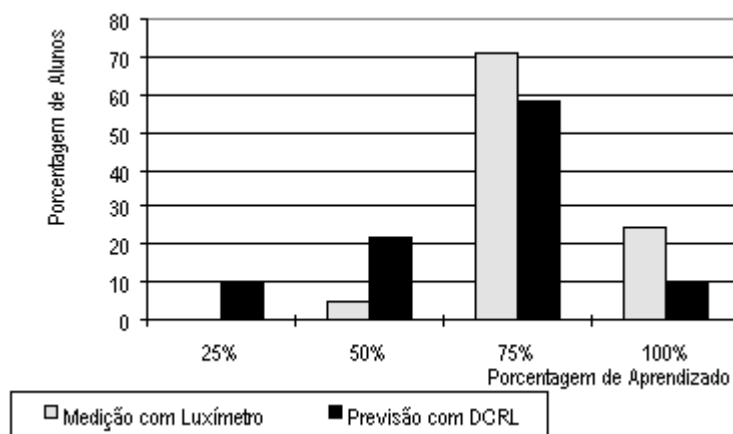


Fig. 2 Apreensão dos Métodos

Na classificação dos métodos em classes de "fácil, médio e difícil", para avaliar as dificuldades da aprendizagem, os dois métodos foram considerados de média dificuldade pela maioria dos alunos. No entanto, adotando a mesma classificação para análise de sua aplicação prática, enquanto a medição com luxímetro é considerada fácil, a previsão por DCRL foi classificada como média (Fig. 3). Uma vez mais a análise

da segunda faixa de concentração dos gráficos mostra que, enquanto a aprendizagem e aplicação prática da medição com luxímetro tende a fácil, aquela da previsão por DCRL tende a difícil.

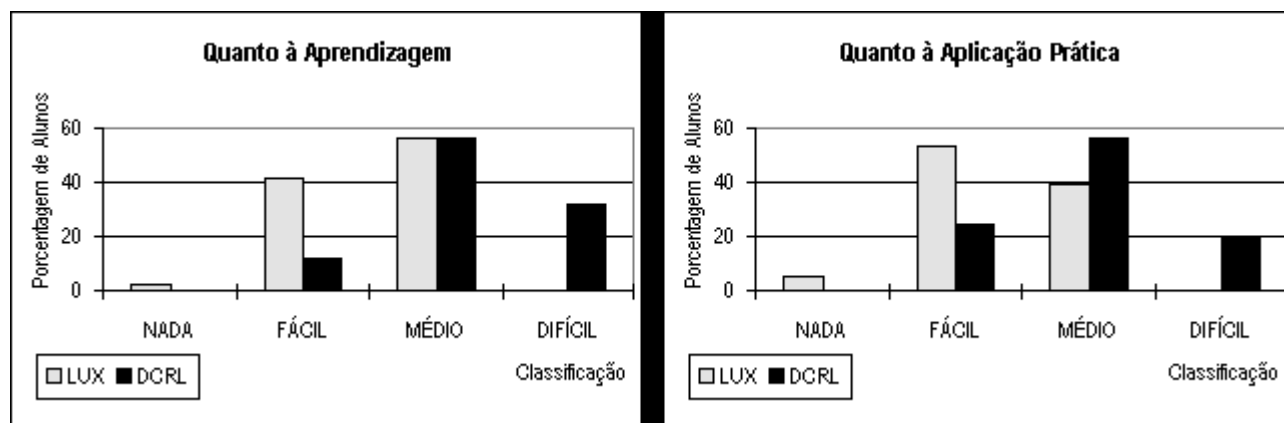


Fig. 3 Classificação dos Métodos

Quando questionados para citar quais as dificuldades enfrentadas para a aplicação dos métodos, 58% dos entrevistados manifesta que a falta de equipamentos disponível para o exercício foi o fator que mais dificultou o procedimento, sendo agravado pela regulagem da faixa de leitura do aparelho (42%), principalmente em relação ao ambiente externo. Estas observações não podem ser consideradas como uma referência à aplicabilidade da norma por si só, mas sim a uma questão estrutural universitária. O número reduzido de aparelhos na época disponíveis (apenas dois) e o tipo de aparelho utilizado influenciaram no desenvolvimento do exercício, aumentando o tempo dispendido. Para o método do DCRL, 78% das pessoas aponta que a dificuldade maior se encontra no número de passos metodológicos necessários para se chegar a um resultado e 54% demarca a imprecisão do cálculo quando a abertura projetada não coincide com partes inteiras das divisões do diagrama. Como se tratam de gráficos confeccionados manualmente, a imprecisão do desenho é muito grande, principalmente se desenvolvidos em pequena escala.

Em relação ao exercício, a maior crítica se refere novamente à quantidade de equipamentos disponíveis (63%), enquanto para o DCRL, a mesma porcentagem de alunos (63%) aponta dificuldade em empregar o método, com necessidade de serem empregados mais exercícios.

Quando perguntados sobre a importância do método para a utilização no futuro profissional 100% das pessoas acredita que, havendo necessidade, utilizariam o luxímetro, enquanto 93% aplicaria o DCRL. Além disso, quando perguntados se o método deveria ser mantido como instrumento de ensino, 98% diz que sim para o luxímetro e 88% diz que sim para o DCRL.

5 Conclusão

Em termos de aplicabilidade, as normas foram consideradas instrumentos valiosos, tanto para o ensino como para a utilização na prática profissional. No entanto, ainda existem dificuldades para aplicação rápida em relação à previsão de iluminâncias em projetos, quando considerado o método gráfico de fluxos divididos com uso de DCRL.

Acredita-se que com o desenvolvimento computacional a aplicação futura deste método possa ser bastante simplificada, substituindo assim os problemas enfrentados com a resolução gráfica por desenhos manuais.

Em geral, o maior problema notado pela docente se refere a abstração necessária para se enxergar a projeção estereográfica no ambiente, agravado pelo número de passos necessários no DCRL.

6 Referências Bibliográficas

LAMBERTS, R. & PEREIRA F.O.R. ed. (1993): *Anais do I Encontro Nacional sobre Normalização ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Ambiental em Edificações*. Florianópolis, outubro de 1991. Florianópolis, 1993.

LAMBERTS, R. (1997): Normalização em eficiência energética e conforto ambiental, *Anais do IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, Salvador/BA, pp.40-44.

SCARAZZATO, P.S. (1995): Iluminação dos ambientes construídos: normatizar é preciso, *Anais do III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído*, Gramado/RS, pp.105-107.

SOUZA, M.C.R (1995): Normalização brasileira em conforto acústico, *Anais do III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído*, Gramado/RS, pp. 101-103.

SOUZA, R.V.G & PEREIRA, F.O.R. (1997): Iluminação natural em edificações: cálculo de iluminâncias internas - desenvolvimento de ferramenta simplificada, *Anais do IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, Salvador/BA, pp.309-314.

UFSC / FINEP (1996). *Projeto Normalização em Conforto Ambiental* (textos disponibilizados na INTERNET).