

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO PROJETO: CASO DAS ABERTURAS ZENITAIS DO SHOPPING CENTER CONJUNTO NACIONAL DE BRASÍLIA

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL COMO HERRAMIENTA DE APOYO AL PROYECTO: CASO APERTURAS ZENITALES DEL CENTRO COMERCIAL CONJUNTO NACIONAL DE BRASILIA

COMPUTER SIMULATION AS A TOOL TO SUPPORT THE PROJECT: CASE OF THE ZENITHAL OPENINGS OF THE CONJUNTO NACIONAL SHOPPING CENTER IN BRASÍLIA

Eixo 1 – Procedimentos projetuais inovadores

Cláudia Amorim (1), Juliana A. B. Sousa (2), Júlia Fernandes (3), Fabrícia Figueiredo (4), Nayanna Nobre (5), Maria Cristina del Pozo (6).

(1) Doutora, Professora do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB), clamorim@unb.br

(2) (3) Alunas do Programa de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) da Faculdade de Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB)

(4) (5) (6) Alunas de Graduação da Faculdade de Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB)

Resumo: A importância crescente do uso da luz natural como elemento agregador de qualidade aos ambientes internos das edificações faz com que, cada vez mais, os projetistas utilizem simulação computacional como importante ferramenta no desenvolvimento dos projetos. Este artigo tem por objetivo apresentar a análise, diagnóstico e proposta para reabilitação das aberturas zenitais do Shopping Conjunto Nacional de Brasília, através de simulação computacional de métricas dinâmicas de iluminação natural (através do software Daysim), subsidiando diretrizes para favorecer o conforto térmico e luminoso nos ambientes. Uma das praças do shopping foi escolhida como modelo de estudo (Praça das Artes), e a partir dela, foram realizadas simulações de 3 (três) modelos, um correspondente à situação atual da praça, e os outros relativos às duas propostas projetuais para avaliação. Foi constatado, após as simulações, que ambas as propostas de projeto permitiriam um melhor desempenho luminoso do que aquele alcançado pela situação atual, considerando os critérios de conforto luminoso estabelecidos.

Palavras-chave: simulação computacional de métricas dinâmicas, Daysim, luz natural, abertura zenital.

Resumen: La importancia creciente del uso de la luz natural como elemento agregador de calidad a los ambientes internos de las edificaciones resulta, cada vez más, que los proyectistas utilicen simulación computacional como importante herramienta en el desarrollo de los proyectos. Este artículo tiene el objetivo de presentar el análisis, diagnóstico y propuesta para la rehabilitación de las aberturas cenitales del centro comercial Conjunto Nacional de Brasilia, por medio de simulación computacional de métricas dinámicas de iluminación natural (con uso del programa Daysim), subsidiando directrices para favorecer el confort térmico y luminoso el los ambientes. Una de las plazas del centro comercial fue escogida como modelo de estudio (plaza de las artes) y, desde ella, se realizaron simulaciones de 3 (tres) modelos: uno referente a la situación actual de la plaza y los otros relativos a las dos propuestas de proyecto para evaluación. Fue constatado, tras las simulaciones, que ambas propuestas de proyecto han permitido mejor desempeño luminoso de que aquel logrado por la situación actual, considerando los criterios establecidos referentes al confort luminoso.

Palabras-clave: simulación computacional de métricas dinámicas, Daysim, luz natural, aberturas cenitales.

Abstract: The increasing importance of daylight as an aggregation of quality to the interiors of the buildings makes designers use the computer simulation as an important tool in the development of projects. This article aims to present the analysis, diagnosis and proposal for rehabilitation of the zenithal openings of the Conjunto Nacional Shopping in Brasília through climate-based daylight modelling (software Daysim), supporting guidelines to promote thermal and lighting comfort in the spaces. One of the squares of the mall was chosen as a model of study (Arts Square), and from it, three (3) models of simulations were performed. The first one corresponds to the current situation of the square, and the others correspond to the two design

proposals for evaluation. It was concluded after the simulations that both design proposals allow better lighting performance than the one that is caused by the current situation, considering the established lighting comfort criteria.

Keywords: *Climate-based daylight modelling, Daysim, daylight, zenithal openings.*

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COMO INSTRUMENTO DE APOIO AO PROJETO: CASO DAS ABERTURAS ZENITAIS DO SHOPPING CENTER CONJUNTO NACIONAL DE BRASÍLIA

INTRODUÇÃO

O primeiro centro comercial nomeado de *Shopping Center* surgiu nos Estados Unidos, na década de 50. Sua estrutura é amplamente repetida em diversos países. A massificação do consumismo permitiu que houvesse uma aglomeração de lojas, restaurantes e área de lazer. (MOACYR, 1997)

Os grandes *Shoppings Centers* são projetados com o intuito de que o visitante se entretenha e permaneça o maior tempo possível no seu interior, consumindo. Seu desenho é, na maioria das vezes, labiríntico, o que aumenta a sensação de fuga do mundo exterior. Não há pontos ou marcos visuais que orientam claramente as rotas.

A realidade de uma arquitetura padronizada e densa, imposta para diferentes climas, fez com que se começasse a levantar questionamentos sobre a real qualidade projetual. Com o objetivo de criar uma atmosfera mais favorecida, os projetos apresentam elementos arquitetônicos como átrios e lanternins para reforçar a entrada da luz natural. Segundo Amorim apud Majoros (2002), a dinâmica proporcionada por essa entrada de luz favorece a utilização do ambiente.

O clima nas regiões brasileiras favorece a utilização de aberturas zenitais nos shoppings centers, permitindo o aproveitamento dos altos níveis de iluminâncias. O desafio para os centros comerciais é equilibrar a entrada de luz difusa minimizando a passagem do calor; para tanto, é necessário utilizar sistemas de difusão e controle de entrada de radiação solar, também para evitar o ofuscamento (GARROCHO, 2004).

Tanto em novos projetos, como nas reformas de centros comerciais existentes, nota-se a importância crescente do uso da luz natural como elemento agregador de qualidade aos ambientes internos, e para isso, a simulação computacional se destaca como ferramenta importante no desenvolvimento dos projetos que buscam otimizar esse recurso, permitindo prever, de maneira confiável, seu comportamento mediante diversas condições de projeto.

OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo apresentar a análise, diagnóstico e proposta para reabilitação das aberturas zenitais do *Shopping Conjunto Nacional* de Brasília, através de simulação computacional de métricas dinâmicas de iluminação natural, subsidiando diretrizes para favorecer o conforto térmico e luminoso nos ambientes.

MÉTODO

O método de trabalho consta da caracterização das aberturas zenitais do Conjunto Nacional, escolhendo-se uma delas, considerada típica, para aprofundamento do estudo. Foi escolhida a da Praça das Artes para ser foco deste trabalho. A partir da caracterização da situação dimensional e dos materiais utilizados, foram efetuadas simulações computacionais da iluminação natural com o *software Daysim*, para avaliação das condições de conforto luminoso.

Para iniciar as simulações é necessário importar para o *Software Daysim* os modelos geométricos construídos e caracterizados no programa *Sketchup*. Com auxílio do *plug-in Su2ds*, foi gerada uma malha de pontos a 75 cm do piso, com distância entre pontos de 1m. Em seguida, foram configurados os parâmetros da simulação (autonomia de luz natural de 500 lux, horário de ocupação das 8h às 18h).

Após cada simulação, o *Daysim* produz um relatório com valores em medidas para análise da luz natural para cada ponto da malha de medição. As medidas fornecidas são as seguintes: fator de luz natural (DF), autonomia de luz natural

(DA), autonomia de luz natural contínua (DAcon), autonomia de luz natural máxima (DAmáx), iluminância natural útil (UDI) e a exposição anual de luz. A medida utilizada nesta pesquisa foi DA, que indica em porcentagem as horas do ano em que determinada iluminância (iluminância de projeto) é atendida apenas com a luz natural, e a UDI (iluminância natural útil), que indica a frequência da iluminância em um determinado tempo de acordo com a faixa pré-estabelecida, entre 100 e 2000 lux.

Após a realização de cada simulação, os resultados gerados pelo *Daysim* podem ser exportados de volta para o *Sketchup* onde, com auxílio do *plug-in* *Su2ds*, pode-se visualizar os resultados graficamente, em escalas de cores.

Foram realizadas simulações de 3 (três) modelos, um correspondente à situação atual da praça, e os outros relativos às duas propostas projetuais para avaliação, caracterizadas à diante.

Na simulação do Modelo 1, buscou-se entender o desempenho da luz natural na condição atual da Praça das Artes, e entender os principais problemas relacionados ao conforto dos usuários e a iluminação natural naquele lugar.

Na simulação dos Modelos 2 e 3, buscou-se avaliar o desempenho da luz natural, observando os impactos causados pelas escolhas projetuais, em ambos os casos, comparando esses resultados entre si e também em relação aos resultados do Modelo 1, para que se determinasse qual das opções de projeto seria a mais adequada para a nova cobertura da abertura zenital da praça.

REFERENCIAL TEÓRICO

Aspectos de conforto luminoso no projeto

Segundo Baker et al. (1993), o uso da luz natural em edifícios oferece senso de orientação, de tempo e das condições meteorológicas ao usuário, além de possibilitar a criação de ambientes internos potencialmente mais confortáveis e atrativos.

O uso da luz natural pode aumentar o nível de conforto do usuário em um edifício, quando o sistema de admissão desse recurso é bem projetado. Segundo Amorim (2002), a luz natural oferece enormes vantagens, e pode ser utilizada como estratégia para obter maior qualidade ambiental e eficiência energética em edifícios, estabelecendo-se como uma das considerações preponderantes, que devem ser levadas em conta durante o processo de projeto de arquitetura. Ainda segundo a autora, como a disponibilidade de luz natural muda de acordo com cada região e é abundante nas regiões tropicais, esta deve ser usada de forma criteriosa, equilibrando sabiamente o ingresso de luz difusa, bloqueando o calor gerado pela luz solar direta, que cria problemas de conforto térmico e luminoso.

De forma geral, para um bom desempenho da iluminação natural, existem alguns parâmetros básicos que devem ser considerados (VIANNA E GONÇALVES, 2007; AMORIM, 2007)

- a). Implantação: consideração sobre os condicionantes ambientais locais e orientação da edificação.
- b). Níveis mínimos de iluminâncias (lux): quantidade mínima de luz incidente no plano de trabalho, que possibilite a realização das atividades das atividades pretendidas com esforço visual que não comprometa a saúde.
- c). Uniformidade da luz no ambiente: boa distribuição dos níveis mínimos de iluminância pelo ambiente, o que depende basicamente da geometria dos ambientes e das aberturas;
- d). Ausência de Ofuscamento: deve-se evitar a luz solar direta nos planos de trabalho e visão direta da abóbada celeste, que causa saturação; evitar reflexos indesejáveis nos materiais superficiais, que causam reflexos e brilhos; desconforto por contrastes inadequados de áreas sombreadas e iluminadas. Deve-se evitar altos contrastes de sombra sobre a superfície da tarefa visual, exceto em ambientes que seja necessário para a definição de rostos e objetos, nas quais a visibilidade de superfícies tridimensionais é fundamental;

e) Integração com a Iluminação Artificial: considerar a disponibilidade de luz natural para o projeto luminotécnico, que utilizará o sistema artificial de forma complementar.

Portanto, para um bom projeto da luz natural, deve-se buscar equilibrar os aspectos acima citados, e, para tanto, as ferramentas computacionais de simulação veem responder à necessidade de análise da luz natural durante o processo de projeto de arquitetura para que se alcance os resultados almejados na edificação, garantindo ao projetista que os aspectos de conforto do usuário serão garantidos.

A evolução da simulação computacional de iluminação natural

Segundo Christakou (2004), a simulação computacional é uma das ferramentas que faz com que a análise da luz no projeto seja mais palpável e rápida, podendo avaliar os sistemas de iluminação natural e artificial conjuntamente. O autor destaca uma pesquisa realizada pela IRC (*Institute for Construction*), onde foram consultados 185 projetistas em 27 países demonstrando que 91% incluem aspectos da luz natural no projeto, sendo que entre estes, 79% utilizam a simulação computacional. Esses números demonstram que o estudo da luz natural aplicada ao projeto tem aumentado consideravelmente no cenário mundial, o que garante melhores resultados no desempenho da luz natural no interior das edificações.

Ainda segundo Christakou (2004), há uma dificuldade em relacionar características do projeto, clima, usuário do edifício e os sistemas eletromecânicos. Através das ferramentas de simulação é possível entender melhor esses fatores, reduzir o tempo de projeto, testar condições não reproduzíveis experimentalmente (condições ideais) e fornecer informações mais completas e detalhadas.

Nos últimos anos, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de conhecer mais profundamente o comportamento da luz natural e aprimorar sua aplicação nas edificações. Segundo Reinhart (2005), especialmente na última década, as ferramentas de simulação de iluminação natural tornaram-se

incrivelmente sofisticadas e mais fáceis de serem utilizadas, permitindo prever, confiavelmente, o comportamento da luz natural em edifícios.

A luz natural tem grande variabilidade ao longo do dia, o que propicia uma análise mais estrita mediante as ferramentas adequadas para a avaliação mais exata. A variabilidade das iluminâncias medidas da abóbada celeste pode ser igual ou superior a 15%, mesmo em dias aparentemente idênticos (GREENUP e MOORE, 2001).

Atualmente, o projetista tem à disposição, além dos programas de simulação de luz natural baseados em dados estáticos, aqueles que se baseiam em dados dinâmicos, que realizam a simulação computacional de métricas dinâmicas, ou, “modelagem de luz natural baseada no clima” (*Climate-based daylight modelling* – CBDM).

Segundo Nabil e Mardaljevic (2006) os *softwares* que se baseiam em medidas estáticas, como o Fator de Luz do Dia (FLD), oferecem dados que são baseados em um céu encoberto, gerando resultados que não necessariamente reproduzem as condições locais de iluminação natural, pois não levam em consideração estações, horas, luz solar direta, condições variáveis do céu, orientação ou posição. Em contrapartida, aqueles que se utilizam de métricas dinâmicas permitem capturar o comportamento do que ocorre no edifício, levando em consideração dados relacionados a seus ocupantes e o clima local, através de uma base anual de dados, promovendo uma maior aproximação do projeto à realidade local. Esse tipo de análise gera dados mais coerentes de iluminância real, e superam em eficiência de análise, as métricas estáticas.

Segundo Mardaljevic (2013), atualmente é amplamente aceito que a “modelagem de luz natural baseada no clima” (*Climate-based daylight modelling* – CBDM) oferece os meios para os maiores avanços na análise da luz natural em edificações.

Simulação de Métricas Dinâmicas de Iluminação Natural: Software *Daysim*

O *Daysim* é um *software*, desenvolvido por Reinhart e Mardaljevic (2006), que faz uma conversão de dados horários para sub-horários, e mediante a utilização

do arquivo climático e utilizando o algoritmo do RADIANCE, calcula eficientemente as iluminâncias internas de um ambiente no período de um ano (REINHART, 2006). Os modelos geométricos dos ambientes para a simulação podem ser gerados a partir de programas como o AutoCAD, *Sketchup* ou *Ecotect*.

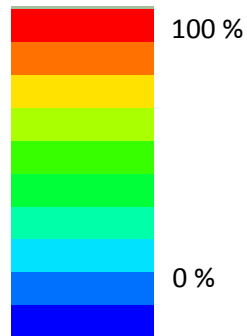
Dentre os indicadores dinâmicos do desempenho da luz natural que são gerados pelo software, se destacam: o *Daylight Autonomy* (DA) e o *Useful Daylight Illuminances* (UDI), conceituados abaixo:

Autonomia de Luz Natural ou *Daylight Autonomy* (DA): é definida como uma porcentagem das horas ocupadas por ano, nas quais um nível mínimo de iluminância pode ser mantido, apenas pela iluminação natural.

Iluminância natural útil ou *Useful Daylight Illuminances* (UDI): é dada pela frequência da iluminância em um determinado tempo de acordo com a faixa pré-estabelecidas que vai de 100 e 2000 lux. O índice permite verificar qual porção do ambiente possui valores úteis (não muito baixos, nem muito altos, que possam causar ofuscamento ou ganho de calor), e qual a porcentagem de ocorrência durante um ano. Valores abaixo de 100 lux são considerados baixos e acima de 2000 lux altos, e neste sentido, devem ser evitados.

Os resultados das simulações dos dois índices apresentados (DA e UDI) são em porcentagem de ocorrência (0 a 100%), demonstrados graficamente pelo software *Daysim*, em escala de cores, como apresentada pela legenda abaixo.

Figura 1: Legenda de Cores que representa as porcentagens dos resultados das simulações do *software Daysim* para DA e UDI.



Fonte: *Software Daysim 3.0.*

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O *Shopping* Conjunto Nacional localiza-se na área central da cidade de Brasília, no Setor de Diversões Sul. Foi o primeiro shopping a ser construído na cidade, inaugurado em 1971. A figura 2 localiza o edifício na zona central da cidade, ao lado da plataforma superior da rodoviária e do Teatro Nacional Cláudio Santoro.

Figura 2: Localização do Shopping Conjunto Nacional no centro de Brasília.



Fonte: Google Maps

O Shopping Conjunto Nacional conta com três pavimentos de lojas e subsolo com garagem coberta. Ao todo, abriga mais de 300 lojas e possui área construída de 118.100 m². O ingresso do pedestre ao edifício se dá por entradas localizadas na fachada oeste que dão acesso ao 1º pavimento pela fachada principal (fachada leste) ou por entradas que dão acesso ao 2º pavimento. Uma

das principais características do edifício é que não há nenhum tipo de barreira entre os corredores de acesso ao shopping e o ambiente externo.

Além dos pavimentos destinados ao shopping, o edifício possui mais cinco pavimentos de salas comerciais localizadas entorno do perímetro do edifício, como se pode constatar na figura 3.

Figura 3: Vista das Fachadas Norte e Oeste do Shopping Conjunto Nacional.



Fonte: Google Maps

A figura 4 mostra a área central (a cobertura do shopping) onde está localizada a abertura zenital objeto deste estudo.

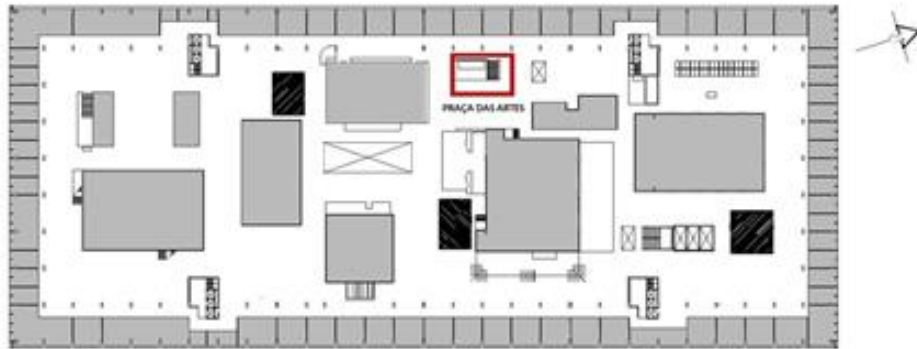
Figura 4: Vista da cobertura do Shopping Conjunto Nacional.



Fonte: Google Maps

Na figuras 5 é possível identificar a localização da abertura zenital da Praça das Artes, objeto de estudo deste trabalho.

Figura 5: Planta baixa esquemática da cobertura do Shopping Conjunto Nacional com indicação da abertura zenital da Praça das Artes.



A abertura zenital da Praça das Artes se caracteriza por apresentar um fechamento translúcido, composta por cobertura em policarbonato e estrutura metálica de sustentação na cor branca. As figuras 6, 7, 8 e 9 ilustram tais características.

Figura 6: Vista da abertura zenital da Praça das Artes a partir do 3º pavimento (ou pavimento superior).

Figura 7: Vista da abertura zenital da Praça das Artes a partir do 3º pavimento.



Figura 8: Vista da abertura zenital da Praça das Artes a partir da cobertura.

Figura 9: Vista da abertura zenital da Praça das Artes a partir da cobertura.

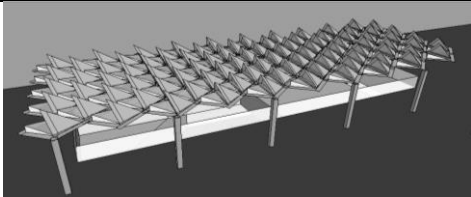
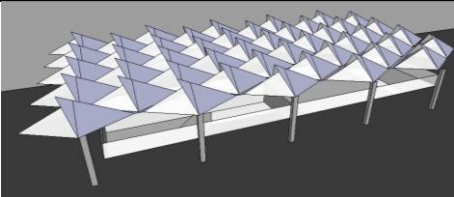
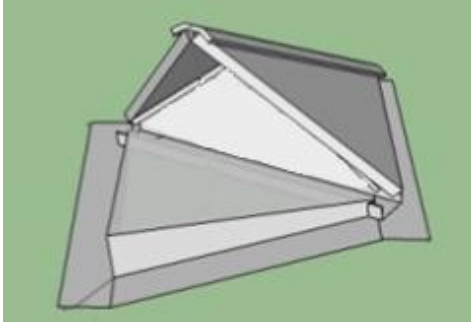
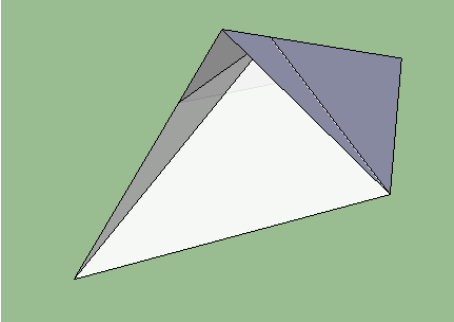


RESULTADOS

Simulações de métricas dinâmicas de luz natural – software Daysim

Foram simulados três modelos diferentes para avaliação do desempenho da luz natural. O primeiro modelo (Modelo 1) é relativo à situação atual da cobertura da Praça das Artes e os demais são relativos às duas propostas de projeto para a nova cobertura. O quadro 1, a seguir, caracteriza as duas propostas projetuais, aqui chamadas Modelo 2 e Modelo 3.

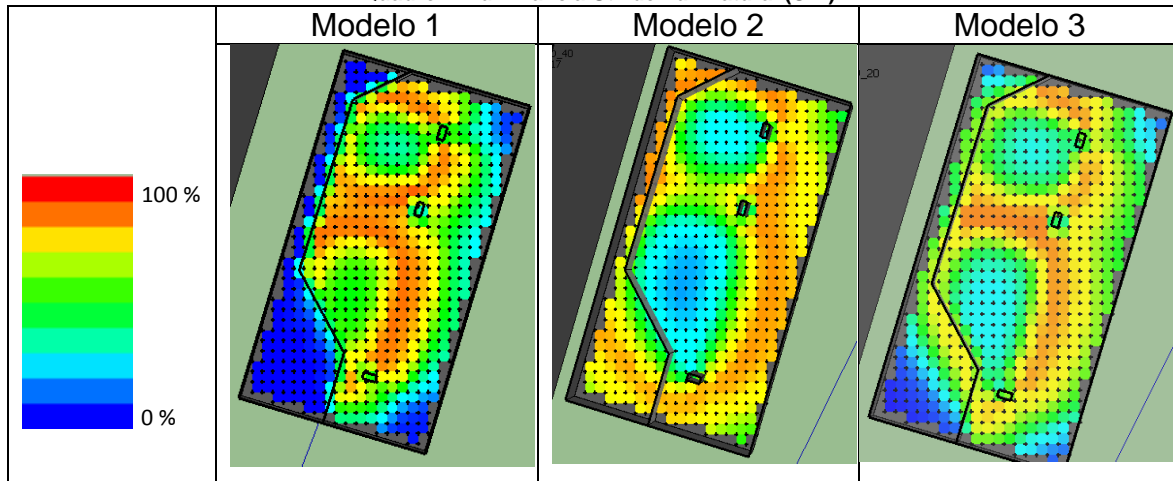
Quadro 1: caracterização dos modelos 2 e 3.

	Modelo 2	Modelo 3
Vista externa		
Forma dos módulos		

Os resultados das simulações estão organizados nos quadros 2, 3, 4 e 5, comparando o desempenho do Modelo 1 (situação atual) aos Modelo 2 Modelo 3.

O quadro 2 apresenta o resultado relativo à iluminância natural útil (UDI), que identifica o percentual de tempo em que os níveis de iluminância estão dentro de um intervalo adequado de conforto (entre 100 e 2000 lux). Cabe ressaltar que os resultados apenas podem ser conclusivos quando analisados em conjunto, pois, um dado solitário não esclarece, de fato, o desempenho da luz natural em um ambiente.

Quadro 1: Iluminância Útil de Luz Natural (UDI)

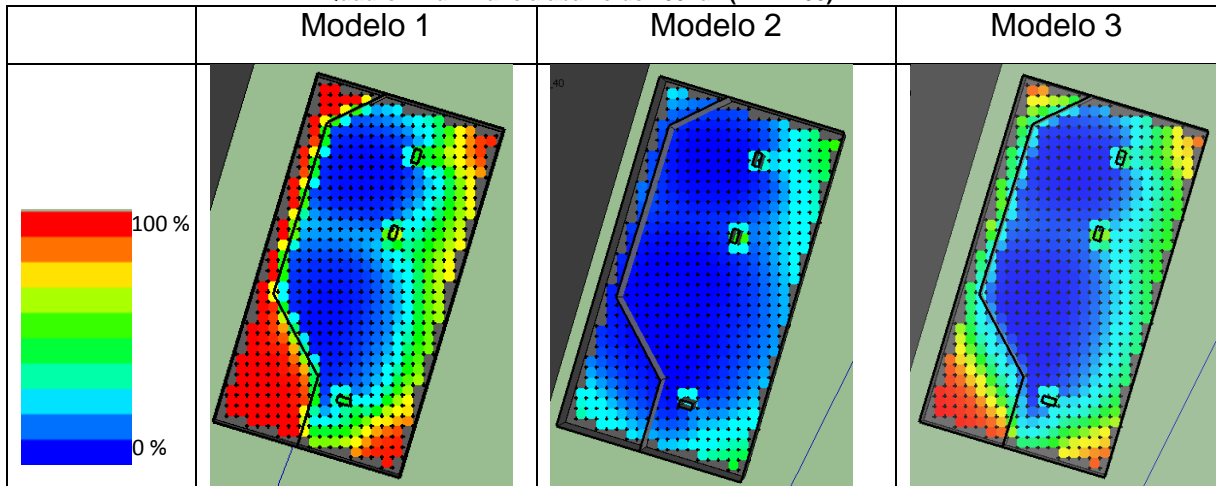


Comparando-se o Modelo 1 (situação atual) às propostas projetuais (Modelos 2 e 3), verifica-se a ocorrência de dois fenômenos: uma diminuição da iluminância útil na parte central da praça, correspondendo à área imediatamente abaixo da cobertura, e uma melhora significativa da na distribuição das faixas de iluminância. Observa-se que no Modelo 1 as áreas mais periféricas da praça apresentam valores muito menores que no centro. Esse fato pode indicar uma maior probabilidade de contraste, um dos indicadores de desconforto visual.

Apesar de nos Modelos 2 e 3 acontecer uma pequena diminuição do percentual de horas ao longo do ano em que os níveis de iluminância estão dentro do intervalo adequado (entre 100 e 2000 lux), considera-se que o desempenho de ambas as propostas é satisfatório, pois os valores encontrados na maior parte do espaço (entre 90 e 50%) demonstram um bom aproveitamento da luz natural.

O quadro 3 apresenta o resultado relativo ao percentual de tempo em que os níveis de iluminância estão abaixo de 100 lux, identificando uma condição onde a iluminação pode ser insuficiente para o conforto dos usuários.

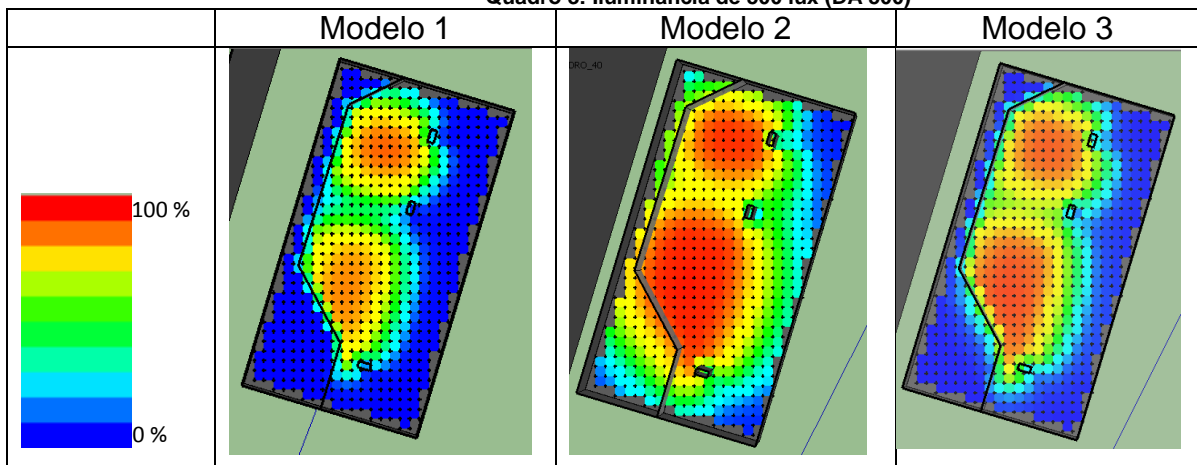
Quadro 2: Iluminância abaixo de 100 lux (DA < 100)



Observa-se que no Modelo 1 as áreas mais periféricas da praça apresentam valores que indicam grande ocorrência de iluminâncias abaixo dos 100 lux, reiterando a probabilidade de problemas relacionados a desconforto por contraste luminoso. O Modelo 2 apresenta a melhor condição do ponto de vista da iluminância abaixo dos 100 lux, ou seja, é a proposta onde menos se verifica a ocorrência de pouca luminosidade natural. O Modelo 3, quando comparado ao Modelo 2, apresenta aumento do percentual de horas ao longo do ano em que os níveis de iluminância estão abaixo do mínimo estabelecido (100 lux), mas ainda sim, abaixo do que se verifica no Modelo 1.

O quadro 4 apresenta o resultado relativo ao percentual de tempo em que os níveis de iluminância estão dentro da faixa de 500 lux, identificando uma condição onde a iluminação pode ser considerada suficiente para o conforto dos usuários da Praça das Artes.

Quadro 3: Iluminância de 500 lux (DA 500)

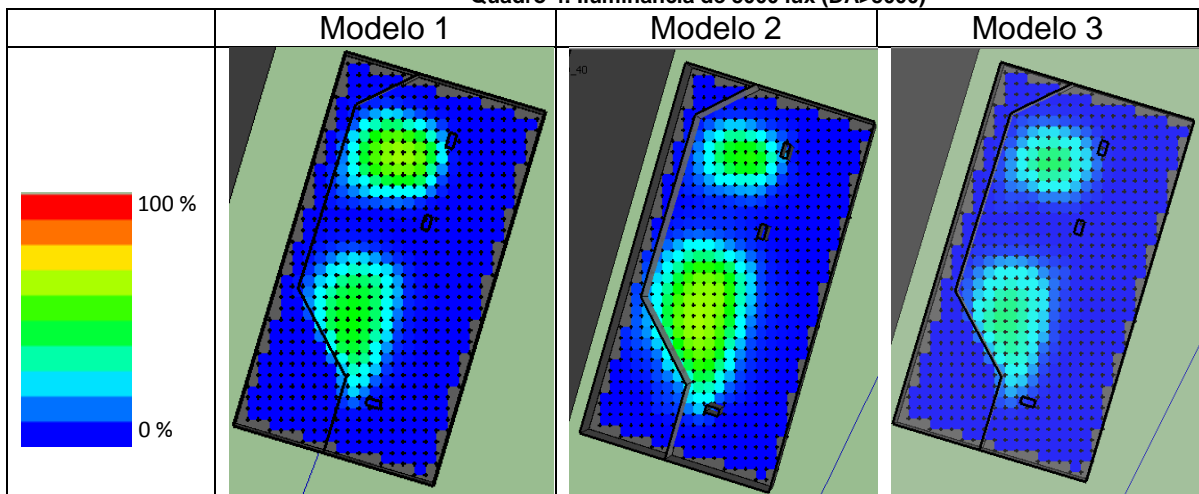


Neste caso, o Modelo 2 também apresenta a melhor condição de aproveitamento de luz natural quando comparado ao Modelo 1 e ao Modelo 3. Nele, grande parte do espaço alcança de 100 a 50% do tempo com iluminância na faixa dos 500 lux.

No Modelo 3 houve uma pequena diminuição do percentual de horas ao longo do ano em que os níveis de iluminância estão na faixa de 500 lux, quando comparado ao Modelo 2, principalmente nos limites externos da praça

O quadro 5 apresenta o resultado relativo ao percentual de tempo em que os níveis de iluminância estão acima de 5000 lux, identificando uma condição onde a iluminação pode ser considerada excessiva, nível dez vezes maior que aquele considerado como de conforto (500 lux), indicando grande probabilidade de ocorrência de ofuscamento.

Quadro 4: Iluminância de 5000 lux (DA>5000)



Nesse caso, o Modelo 3 obteve o melhor desempenho, pois apresentou diminuição do percentual de horas ao longo do ano em que os níveis de iluminância estão acima de 5000 lux. Isto quer dizer que a probabilidade de ocorrência de ofuscamento por excesso de luz natural foi reduzida.

CONCLUSÃO:

Foi constatado, após as simulações, que ambas as propostas de projeto permitem um melhor desempenho luminoso do que a situação atual da cobertura

da Praça das Artes do *Shopping* Conjunto Nacional, considerando os critérios de conforto luminoso estabelecidos.

Os resultados apontam para uma melhoria significativa na distribuição da iluminação natural e um aumento no percentual de horas dentro do intervalo ideal de níveis de iluminâncias (100 a 2000 lux), principalmente no Modelo 2.

Apesar de a maioria dos resultados apontarem para o Modelo 2 como o melhor do ponto de vista do desempenho da luz natural, o Modelo 3 permitiu a diminuição dos índices acima de 5000 lux, ponto extremamente relevante para a escolha da nova cobertura da praça, pois indica a redução da probabilidade de ofuscamento.

Dessa forma, tendo em mãos os dados de desempenho da luz natural em função da geometria do projeto, pode-se escolher qual das propostas melhor se adequaria aos anseios dos projetistas da nova cobertura do shopping, ponderando-se os aspectos de desempenho aos aspectos estéticos. Demonstra-se, desta forma, o grande potencial da simulação computacional como instrumento de apoio ao projeto, auxiliando na tomada de decisões.

REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SHOPPING CENTES (ABRASCE). **A arte de projetar e construir shoppings**. VI Anuário Brasileiro de Shopping Centers. São Paulo: Editora Universal Ltda, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 5413 - Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

AMORIM, Cláudia Naves David. **Desempenho térmico de edificações e simulação computacional no contexto da arquitetura bioclimática**: Estudo de casos na região de Brasília. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 1998.

_____. Iluminação Natural e Eficiência Energética - Estratégias de projeto para uma arquitetura sustentável (parte 1). **Cadernos Eletrônicos do Programa de Pesquisa e Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília**, Brasília, v.4, nov. 2002. Disponível em: http://www.unb.br/posgraduação/cadernos_eletronicos/edição2002.htm. Acesso em: 20 nov. 2002.

_____. Iluminação Natural e Eficiência Energética - Estratégias de projeto para uma arquitetura sustentável (parte 2). **Cadernos Eletrônicos do Programa de Pesquisa e Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília**, v.4, nov. 2002.

Disponível em: http://www.unb.br/posgraduação/cadernos_eletronicos/edição2002.htm.
Acesso em: 20 nov. 2002.

_____. Diagrama Morfológico Parte I: Instrumento de análise e Projeto Ambiental com uso de Luz Natural. **Paranoá – Cadernos de Arquitetura e Urbanismo - Revista do Programa de Pesquisa e Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília**. pp.57-76. 2007.

BAKER, N. FANCHIOTTI, A. STTEMERS, K. **Daylighting in architecture**. A European Reference Book. Londres: James&James Editors, 1993.

BAKER, N. STEEMERS, K. **Daylight design of buildings**. Londres: James&James Editors, 2002.

CARTAS, J. F. N. **Simulação Dinâmica de um Edifício de Escritórios com os Programas EnergyPlus e Trace 700**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

CHRISTAKOU, E. D. **Simulação Computacional da Luz Natural Aplicada ao Projeto de Arquitetura**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2004.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE (CIE). **Reccomendations on illuminance. Guide on Interior Lighting**. Publicação CIE n. 29.2, part 3. 1986.

DIDONÉ, E. L. PEREIRA, F. O. R. Simulação computacional integrada para a consideração da luz natural na avaliação do desempenho energético de edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 139-154, 2010.

GARROCHO, J. S. Luz natural e projeto de arquitetura: Estratégias. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo, **Anais**. São Paulo: ENTAC, 2004. v. 1. p. 85-89.

GREENUP, P. Bell, J. M. Moore, I. The importance of interior daylight distribution in buildings on overall energy performace. **Renewable Energy- Elsevier Science**. v. 22, pp. 45-52, 2001.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. PEREIRA, F. **Eficiência energética arquitetura**. São Paulo: PW, 1997

MARDALJEVIC, J. Simulation of annual daylighting profiles for internal iluminance. **Lighting Research and Technology** vol. 3, pp.111-118, 2000.

MARDALJEVIC, J. CHRISTOFFERSEN, J. A Roadmap for upgrading national/EU standards for daylight in buildings. In: CIE Conference, 2013, Paris. **Anais**. Paris: CIE, 2013. p. 200-210.

MOACYR G.B. Shopping Centers: Atualidade Brasileira da Tendência Mundial. **Boletim Tecnico do Senac**, v. 23, n. 2, p. 43-49 maio/ago. Rio de Janeiro, 1997.

NABIL, A. & MARDALJEVIC, J. Useful Daylight Illuminances: A Replacement for Daylight Factors. **Energy and Buildings** vol. 38, No. 7, pp. 905-913, 2006

REINHART, C.F. Walkenhorst, O. Validation of dynamic radiance-based daylight simulations for a test office with external blinds, **Energy and Building** vol.33, pp. 683-697, 2001.

REINHART, C. F. A simulation-based review of the ubiquitous window-head-height to daylit zone depth rule-of-thumb. In: Internacional Building Simulations Conference 9., 2005, Montreal. **Anais**. Montreal: IBPSA, 2005.

REINHART, C. F. **Tutorial on the Use of Daysim Simulations for Sustainable Design**. Harvard University Graduate School of Design, Cambridge, 2010.

SOUZA, E.P.N. **Iluminação nas áreas de hall e circulação de shopping center**: maceió shopping, um estudo de caso. Maceió. Apresentada originalmente como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Alagoas, 2010.

TEIXEIRA, M. **A influência da Iluminação Natural no Desempenho Ambiental de Edificações Aeroportuárias**. Apresentada originalmente como dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, 2007.

VIANNA, N.S. GONÇALVES, J.C. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Geros, 2007.