ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Processos de modelagem 3D de um espaço urbano para avaliação de cenários de iluminação

3D modeling processes of an urban space to evaluate lighting scenarios

Italo Pereira Fernandes
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | italo@live.com
Norberto Corrêa da Silva Moura
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | betomoura@usp.br
António Aguiar Costa
Instituto Superior Técnico | Lisboa | Portugal | aguiar.costa@tecnico.ulisboa.pt

Resumo

Considerando o papel das tecnologias no processo de planejamento, e enfatizando sua capacidade de transformar conceitos e ideias originalmente expressos em imagens e textos em uma representação virtual, o meio digital oferece suporte importante para a visualização e interação com o espaço planejado. Assim, o objetivo deste trabalho é a visualização e avaliação da iluminação pública com auxílio de uma interface virtual e equipamentos auxiliares. Para este trabalho, optou-se pela fotogrametria aérea para refinamento e adequação de dimensões de uma praça na cidade de João Pessoa/PB. Durante o processo de modelagem, o registro arquitetônico da área urbana pode ser feito por diversos métodos, desde modelagem a partir de softwares de modelagem, até medições in loco, considerando as informações disponíveis, como plantas baixas e fotografias. Após a modelagem, há a produção de cenários de iluminação a partir do software Enscape para posterior avaliação dos usuários. Assim, buscou-se determinar se os ambientes virtuais iluminados artificialmente, poderiam ser validados de alguma maneira e refletidos em uma possível replicação no ambiente real e físico.

Palavras-chave: Iluminação. Modelagem tridimensional. Espaço urbano.

Abstract

Considering the role of technologies in the planning process, and emphasizing their ability to transform concepts and ideas originally expressed in images and texts into a virtual representation, the digital medium offers important support for visualization and interaction with the planned space. Therefore, the objective of this work is the visualization and evaluation of public lighting with the aid of a virtual interface and auxiliary equipment. As such, aerial photogrammetry was chosen to refine and adapt the dimensions of a square in the city of João Pessoa/PB. During the modeling process, registry of the urban area can be made using different methods, from 3d modeling softwares to on-site measurements, considering available information, such as floor plans and photographs. After modeling, lighting scenarios were produced using Enscape software for subsequent user evaluation. Thus, we sought to determine

Como citar:
FERNANDES, I. P.; MOURA, N. C. S.; COSTA, A. A. Processos de modelagem 3D de um espaço urbano para avaliação de cenários de iluminação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

whether artificially lit virtual environments could be validated in some way and reflected in a possible replication in the real and physical environment.

Keywords: Lighting design. 3D modelling. Urban Space.

INTRODUÇÃO

A iluminação é capaz de transformar a paisagem noturna. O que antes era visto como um espetáculo da modernidade, agora passa ser pano de fundo do cotidiano. Por meio de parâmetros técnicos, visa economia de energia e baixo custo ao utilizar fontes mais eficientes que surgem com a evolução tecnológica. Quando tem cuidados de projeto os impactos ao meio ambiente são minimizados, evitando poluição luminosa - quando olhamos para o céu e não conseguimos ver as estrelas - e efeitos nocivos às espécies afetadas, nós inclusive. Também, é essencial para qualidade de vida nos centros urbanos, visto que permite a ocupação, o deslocamento e o usufruto dos espaços públicos pela população no período noturno.

A política de valorização do patrimônio e embelezamento da paisagem traz uma melhor imagem da cidade noturna, com benefícios ao usuário, que se identifica nas histórias contadas por meio dos seus percursos e ambiências [1]. É a partir desta perspectiva que buscamos discutir alguns aspectos outrora desvalorizados frente à predominância de pesquisas técnicas sobre um aspecto específico na disciplina da iluminação (Figura 1).

Figura 1: Ilustrações do plano de iluminação do projeto *rota de los rios de luz*, em Valladolid, Espanha



Fonte: Elbaz (2010).

O estudo da qualidade ambiental é importante no processo de compreensão dos hábitos de uma sociedade que vive na cidade contemporânea, onde arquitetura e espaço público são interpretados como elementos visuais para políticas de desenvolvimento urbano, a fim de oferecer atrativos que ajudem a reforçar a importância do lugar como instrumento de influência no consumo, uso e dinamização da economia. Assim, o planejamento da luz passa a ser entendido não só como iluminação de pontos isolados e vias de tráfego, mas um espaço organizado arquitetonicamente como todo, privilegiando uma imagem da cidade importante para

o pedestre e suas interações sociais com outros indivíduos e a cidade, cujas ambiências e atmosferas dão contorno e identidade ao local.

Levando em consideração o contexto urbano noturno brasileiro, existem características particulares: de um lado, locais com quantidades maiores de luz que as normativas, enquanto há níveis aquém do necessário em outros tantos ambientes públicos. Aliado a isto, taxas elevadas de criminalidade geram uma noção de segurança distorcida, seja ela física ou emocional, diferente de outros contextos urbanos descritos nos referenciais teóricos, predominantemente estrangeiros.

Assim, torna-se imprescindível compreender a relação entre sujeito e ambiente, a fim de satisfazer as necessidades e os valores produzidos pela cidade noturna, mas também investigar como melhorias na qualidade ambiental são bem recebidas pelo público. Sabe-se que estratégias de requalificação do sistema de iluminação podem alterar substancialmente as dinâmicas sociais existentes, por meio da manutenção do espaço pelos usuários por sentimentos de identificação e apego ao lugar [2] correspondendo a uma melhoria na percepção de segurança e usufruto da rua.

Contudo, a realização de testes de iluminação no espaço público enfrenta obstáculos que dificultam sua execução, envolvendo fatores logísticos e financeiros, tais como custos de aquisição e instalação de luminárias, além de procedimentos burocráticos junto aos órgãos responsáveis. Assim, foi investigado o uso de ferramentas de simulação e visualização do espaço projetado, representados pelos ambientes virtuais tridimensionais.

Estes ambientes são formados por elementos sintetizados, viabilizados pela tecnologia computacional, possibilitando a interação entre usuário e objetos tridimensionais não só por meio de estímulos visuais, mas também percebidos por outros sentidos, "sem que precisem existir de forma tangível", por meio do uso de tecnologias como a realidade aumentada e virtual [3].

Quando nos referimos à virtualização do espaço, falamos da possibilidade de explorar novas formas de vivência por meio da interação entre dispositivos tecnológicos, representados aqui pelos computadores, celulares e interfaces que nos conectam ao mundo virtual. Isto permite a avaliação de possíveis modificações de projeto e a interação com elementos do espaço a um custo relativamente acessível, considerando a disponibilidade desses recursos tecnológicos.

Nesse contexto, a adaptação e desenvolvimento de níveis de presença, realismo, profundidade de campo e graus de movimentação são necessários para atender aos requisitos mínimos de eficiência dentro do ambiente virtual imersivo, a depender dos objetivos e recursos disponíveis. Assim, quanto maior for a semelhança da representação do ambiente com o espaço físico real em formação, maior a probabilidade de respostas consistentes dos usuários.

Hoje em dia, essa possibilidade é viável graças à tecnologia computacional e processamento de dados atuais. Programas gráficos operam de maneira semelhante

nas indústrias de jogos, cinema e, mais recentemente, na arquitetura. Os motores gráficos de renderização em tempo real possibilitam a visualização em ambientes virtuais juntamente com interfaces de interação [5].

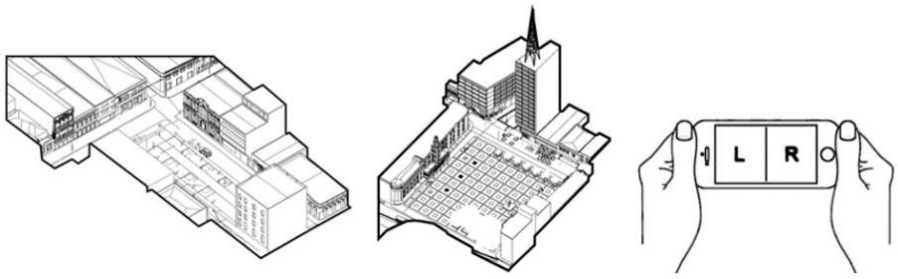
Essa evolução exponencial da tecnologia permite uma ampliação das possibilidades de pesquisas no limiar entre as duas realidades, a física e digital, sendo importante investigar questões relacionadas à representação do espaço virtual e seus desdobramentos no mundo físico. Além disto, a apropriação do espaço tridimensional oferece maior controle sobre variáveis, as quais podem ser difíceis de serem controladas em ambientes reais, garantindo que ideias traduzidas em imagens e textos no processo de planejamento de projeto sejam transformadas em realidade antes da sua concretização.

Portanto, o uso de ambientes virtuais se mostrou promissor enquanto suporte à criação de cenários noturnos para avaliação. Para o presente artigo, abordaremos os aspectos de modelagem tridimensional de praças em área histórica na cidade de João Pessoa/PB, a fim de se obter o registro arquitetônico da área urbana para a produção de cenários de iluminação.

MÉTODO

O enfoque deste recorte visa exemplificar a importância da iluminação na valorização dos centros históricos. Considerando o papel das tecnologias no processo de planejamento, seja da pesquisa ou da prática profissional, o meio digital oferece um suporte importante para a visualização e interação com o espaço planejado, cujo objetivo visualização e apreensão da iluminação com auxílio de uma interface virtual e equipamentos auxiliares (Figura 2). A pesquisa apresenta um estudo de caso dos processos de modelagem e refinamento do ambiente virtual tridimensional para posterior avaliação de cenários de iluminação.

Figura 2: Modelo tridimensional das praças e dispositivos auxiliares utilizados na pesquisa



Fonte: o autor.

Nesse contexto, foram escolhidas duas praças na cidade de João Pessoa, capital paraibana, como objeto de estudo, conhecidas como Praça Barão do Rio Branco e Vidal de Negreiros, popularmente denominada Ponto de Cem Reis.

A Praça Rio Branco está presente no traçado da cidade desde sua fundação no século XVII, sendo palco de diversas funções e usos, desde Casa de Câmara e Cadeia, o Pelourinho e Casa dos Contos (Figura 3). Tem dimensões modestas, aproximadamente

1150 m² distribuídos em 50x23 metros, com canteiros, bancos e massa arbórea robusta (cerca de oito árvores da espécie fícus com aproximadamente 7 metros de altura).

Figura 3: Praça Rio Branco



Fonte: o autor.

A praça tem instalados postes ornamentais feitos de ferro, equipados com difusores leitosos e lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão. Essa escolha é comum, pois busca evocar a estética do período colonial, embora a reprodução de cor tenha sido comprometida pela já conhecida baixa qualidade que as lâmpadas possuem.

A segunda praça a ser estudada é A Praça Vidal de Negreiros, popularmente conhecida como "Ponto de Cem Réis" (Figura 4). Está fortemente ligada ao desenvolvimento do centro histórico a partir do início do século XX para a instalação de serviços como bondes, energia elétrica e água encanada. A última revitalização pela qual a praça passou ocorreu já no início dos anos 2000, com a retomada do conceito de praça como espaço cívico e de circulação. O resultado foi uma mudança na dinâmica de fluxos e encontros de pessoas, conformado por um espaço aberto, com poucas árvores e mobiliário urbano, cuja justificativa seria abrigar shows ou atividades culturais, particularmente no período noturno.

Figura 4: Vista aérea do Ponto de Cem Réis



Fonte: google images.

Sobre a iluminação, existiam um total de 10 postes com altura de 7 metros, contendo três pétalas com lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão. Esta solução dá certa uniformidade ao local, porém com baixa qualidade visual. Com o passar dos anos, a manutenção do sistema de iluminação pública não foi mantida e alguns postes foram

retirados, restando cerca de 4 postes nas suas extremidades, o que deixa o local bastante prejudicado e com sensação de segurança comprometida.

Durante o processo de modelagem, o registro arquitetônico da área urbana pode ser feito por diversos métodos, com objetivo principal de coletar informações, tais como dimensões, cores e texturas, para transposição ao ambiente virtual. As características físicas das edificações são normalmente levantadas por meio de medições diretas (medição física, topográficos, navegação global por satélite) e indiretas, tais como a fotogrametria digital ou métodos de captura por varredura a laser ou fotográfica em nuvem de pontos [6].

O processamento dos dados levantados é o que vai determinar a criação dos produtos, sejam eles desenhos (plantas, cortes, fachadas) ou modelos tridimensionais. Quando o modelo é alimentado com informações mais completas (seus materiais e propriedades, como composição física e até orçamentária) estamos falando de BIM. Por isso que, a depender dos objetivos, os modelos podem ser compartilhados e posteriormente integrados para simulações, análises e interações a partir de diferentes interfaces gráficas, como a realidade virtual e aumentada.

O modelo tridimensional das áreas urbanas selecionadas foi reproduzido no ambiente virtual em duas etapas. A primeira etapa foi conduzida por alunos do curso de arquitetura de uma instituição privada de ensino na Paraíba, realizada por meio do programa Trimble Sketchup (Figura 5). Essa fase envolveu o levantamento de medidas por meio de ortofotografias para criação uma modelagem preliminar do entorno imediato da praça e sua morfologia.

Figura 5: Imagens do modelo 3D preliminar das praças



Fonte: o autor.

A modelagem desenvolvida e nível de detalhe é adequado para uma análise diagnóstica da área, incluindo a criação de mapas de uso e ocupação, bem de cheios e vazios. Além disso, vale destacar que, segundo os níveis de registro de Letellier, o produto se encontra em nível preliminar [6], com média precisão, com finalidade de utilizar o modelo para pré-projeto e o entorno imediato para a produção de exercícios acadêmicos, levando em consideração a implantação de um projeto arquitetônico na

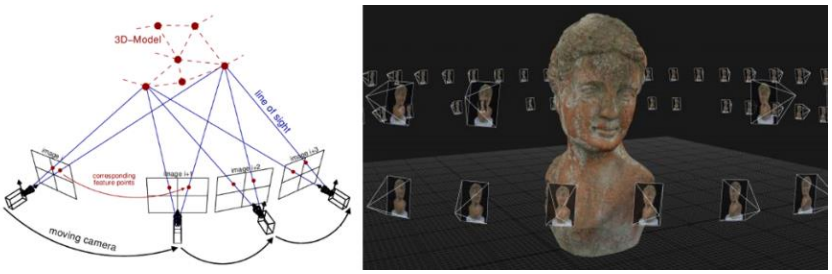
esquina da quadra da Praça Rio Branco, como parte dos requisitos da cadeira de projeto.

A segunda etapa da modelagem tridimensional envolve um maior refinamento do levantamento anterior, com o objetivo de dar suporte a projetos de intervenção e avaliação de diferentes cenários de iluminação. Ao buscar aumentar o nível de detalhamento, foram considerados parâmetros como custo e tempo para a obtenção da modelagem. Dentre os recursos sugeridos por Letellier, estão medições por varreduras a laser, fotos digitais e fotogrametria digital [6].

Para este trabalho, optou-se pela fotogrametria aérea utilizando um drone para obtenção das fotografias de diversos ângulos. Esta abordagem foi adotada apenas para a praça de maior dimensão, o Ponto de Cem Reis. O segundo local, a Praça Rio Branco, possui muitas árvores em toda sua extensão, o que impossibilitava o efetivo levantamento fotográfico por meio da técnica citada. Nesse caso, optou-se pela medição física de elementos da paisagem, como pisos, canteiros, portas e janelas, além da utilização de ortofotos para identificar as alturas das edificações.

Sobre o método da fotogrametria aérea, ela permite extrair de imagens captadas por sensores (fotografias), em diversas posições, as formas, dimensões e posições dos objetos, para produção de modelos tridimensionais, ortofotos, entre outros, especialmente em projetos que buscam conciliar uma maior precisão com considerações de custo e tempo (Figura 6).

Figura 6: Conjunto de imagens com largura inferior a 16 cm que devem ficar alinhadas



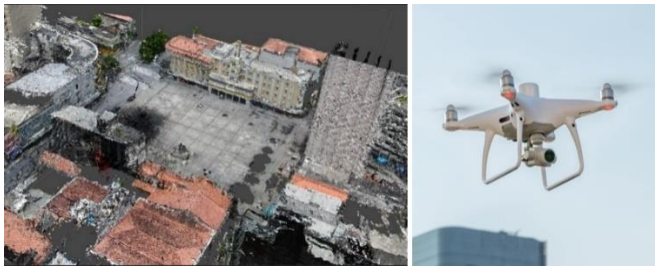
Fonte: Teixeira (2018).

Para a produção do modelo geométrico, a técnica DSM (*dense stereo matching*) foi desenvolvida, pois ela correlaciona pixels de diferentes fotos para geração de uma nuvem de pontos.

> *Para que seja possível essa correlação automática, é necessário que o objeto fotografado tenha textura não uniforme, de modo a produzir conjuntos diferenciados de pixeis (padrões). Se isso não ocorrer, o processo de associação dos pixeis entre as fotos pode se tornar inviável ou apresentar um resultado final com muito ruído, com grandes áreas de sombra (sem informações) ou ainda ser pouco preciso* [7, p. 361].

Algumas variáveis foram consideradas no planejamento dos voos de drone para a obtenção das fotografias, incluindo dias em que havia um baixo fluxo de pedestres e carros. Além disso, havia a preferência por dias nublados, a fim de minimizar sombras. No total foram feitos quatro voos em um período de uma semana, utilizando um drone com capacidade de fotografar seu percurso (DJI Phantom 4 Pro RTK) (Figura 7).

Figura 7: Vista aérea da nuvem de pontos já processadas e transformadas em modelo digital



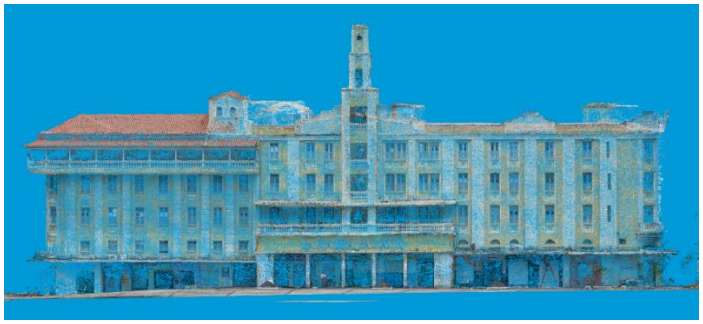
Fonte: o autor.

A quantidade de visitas e o dia da semana propício ao local são importantes em espaços públicos, pois várias variáveis influenciam na qualidade final do modelo, como movimentação de carros, sombras indesejadas e estruturas temporárias (tendas, feiras livres, entre outros). Assim, um voo preliminar foi descartado, pois foi realizado durante a semana e apresentava muitas interferências.

O processamento foi realizado utilizando o software Agisoft Metashape Professional, gerando uma nuvem de pontos para avaliação e refinamento da modelagem da praça. Observa-se que algumas perspectivas não apresentaram definição em alta qualidade. Isso pode ser atribuído à complexidade de mapear um espaço público com grandes proporções (a praça possui mais de 5.000m²), além de envolver elementos dinâmicos, como árvores e sombras. Essas interferências podem afetar a qualidade da captura em algumas áreas, porém são considerações comuns em espaços abertos.

Apesar disto, com a nuvem de pontos foi possível extrair a localização exata dos postes de iluminação, além de obter vistas ortogonais de elementos importantes da paisagem, como o edifício Parahyba Palace Hotel (Figura 8). Isso permitiu o refinamento do modelo tridimensional seguindo as dimensões reais, sem a necessidade de realizar medições no local, proporcionando maior precisão e eficiência no processo de criação do modelo tridimensional.

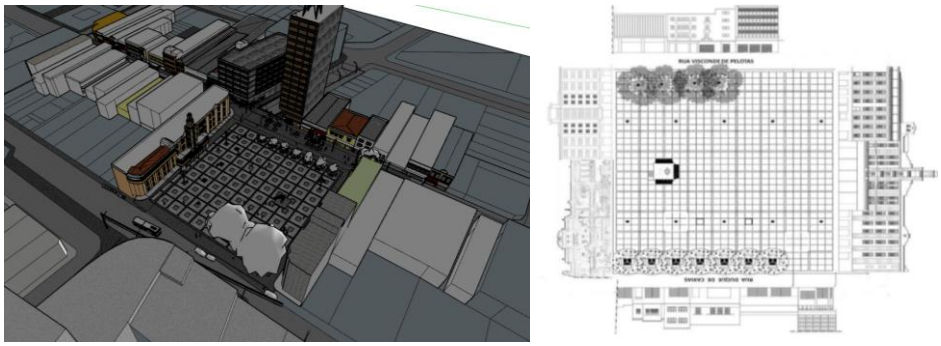
Figura 8: Elevação da fachada do edifício Parahyba Palace Hotel



Fonte: o autor.

Para o refinamento e detalhamento da paginação do piso na Praça Vidal de Negreiros, elemento marcante da paisagem urbana, foi utilizado como base o projeto de arquitetura disponibilizado pelo Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de João Pessoa, considerando que durante a reforma realizada em 2009, havia tecnologias disponíveis para desenho digital, como Autodesk AutoCAD (Figura 9).

Figura 9: Vista aérea do modelo digital e da planta baixa disponibilizada pela Prefeitura.



Fonte: o autor.

Por fim, a modelagem dos elementos representativos da praça (Parahyba Palace Hotel e paginação) foi realizado no software Autodesk Revit 2021 e em seguida exportados para o Trimble Sketchup, local de origem da modelagem preliminar realizada na primeira etapa. O objetivo neste sentido foi refinar e detalhar o modelo a fim de criar simulações com cariz visual para avaliação de alternativas de cenários do local no período noturno pelos usuários.

A Praça Rio Branco teve sua modelagem refinada a partir da etapa inicial de modelagem preliminar, semelhante à Praça Vidal de Negreiros. O refinamento foi realizado a partir do levantamento de dimensões, cores e texturas em medições físicas no local (Figura 10). Além disso, foram utilizadas imagens ortográficas como referência para estimar e confirmar as alturas das edificações no entorno da praça. Também contribuiu para a melhoria da qualidade da modelagem as informações disponíveis nos arquivos digitais disponibilizados pela Prefeitura Municipal.

Figura 10: Esquemas de levantamento de medidas. Abaixo modelo 3D com iluminação



Fonte: o autor.

O mapeamento de texturas e cores foi realizado no programa Trimble SketchUp. Houve um maior refinamento também das sombras e texturas, além da inserção de figuras humanas, carros, mobiliários urbanos, entre outros, que possibilitavam dar urbanidade e humanização ao modelo.

Considerando o foco na investigação de novas formas de apreensão do espaço urbano noturno aproveitando os avanços tecnológicos dos programas computacionais para reprodução do ambiente simulado digitalmente, foi analisado o uso de software Enscape, frequentemente utilizados no campo da arquitetura. Neste caso, o uso do programa se mostrou propício como ferramenta de integração e visualização devido à facilidade de manuseio, biblioteca de objetos e ferramentas que auxiliam a representação da iluminação.

Figura 11: Vista do modelo digital à esquerda e imagem de cores falsas à direita



Fonte: o autor.

Particularmente importante está o modo de cores falsas, assemelhando-se a um mapa de calor, no qual as cores e suas respectivas iluminâncias são indicadas em uma faixa fixa customizável. Esta visualização se aproxima ao software DIALux, plataforma de cálculo da iluminação, amplamente reconhecido no meio profissional devido à sua consistência de resultados. Porém vale salientar que, ao comparar as imagens do DIALux com o Enscape, percebe-se que a precisão quantitativa do software de iluminação é superior, enquanto no Enscape a análise por faixa de cores mostra resultados aproximados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A introdução de ferramentas de renderização em tempo real, originalmente desenvolvidas para videogames e posteriormente adaptadas para uso no campo da arquitetura e urbanismo, representa uma abordagem inovadora na representação e visualização de projetos. Essas tecnologias oferecem a capacidade de criar ambientes virtuais imersivos e interativos, permitindo a exploração em tempo real pelo usuário.

A forma como são operadas as estratégias de arquitetura e videogames são fundamentalmente opostas. O produto da arquitetura é projetado com uma abordagem *top-down*, ou seja, do macro para o micro, ou do zoneamento urbano para a geometria da edificação, deixando, segundo o autor, a espacialidade para um segundo momento. Já no design de jogos, a operação é oposta, ou *user-out*. É a partir da experiência do jogador enquanto partícipe do ambiente e, portanto, o ponto de partida para explorar o espaço [8]. Apesar das diferenças entre arquitetura e games, seja na abordagem do problema ou construção de narrativas, é a espacialidade o ponto de convergência entre eles.

Os chamados motores ou *engines*, mecanismos de produção dos jogos virtuais, quando considerados no processo de projeto, promoveu uma efetiva popularização dessas ferramentas de criação no âmbito da arquitetura. Assim, utilizando as ferramentas disponíveis de iluminação e mapeamento de texturas, o programa permite a mudança instantânea da aparência visual do projeto, o que é refletido diretamente na possibilidade de "brincar" com efeitos luminosos, principalmente níveis de iluminação e cor.

CONCLUSÃO

O presente trabalho versou sobre os processos de modelagem de espaços urbanos no processo de criação de cenários de iluminação, considerando a dificuldade de executar testes de luz em espaços públicos devido a entraves burocráticos, tais como custos e aprovações em órgãos responsáveis. Os procedimentos adotados durante o registro arquitetônico de duas praças na cidade de João Pessoa/PB permitiram avaliar alternativas para o adequado levantamento de informações, com objetivo de utilizar o modelo em projetos de iluminação urbana. Conforme exposto, o modelo tridimensional foi desenvolvido por meio de diferentes técnicas, tais como aerofotogrametria, mas também medições in loco e arquivos digitais (plantas e cortes). Em seguida, foi possível implementar a iluminação com auxílio de ferramentas de renderização em tempo real, considerando o aspecto visual realístico dos cenários, permitindo desdobramentos futuros, por exemplo na avaliação propriamente dos cenários pelos usuários, em um processo de projeto participativo.

REFERÊNCIAS

[1] GONÇALVES, A. **Iluminação urbana de conjuntos históricos e tradicionais**: adequação do projeto à ambiência. Uma metodologia para planos diretores de iluminação. O caso do bairro histórico de Paraty. 2005. 132 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

[2] WILSON, J.; KELLING, G. The police and neighbourhood safety: Broken windows. **The Atlantic Monthly**, Washington, D.C., Estados Unidos, v. 3, n. 1, p. 28-38, 1982.

[3] TORI, R.; HOUNSELL, M.; KIRNER, C. Realidade Virtual. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. pp. 11-29.

[4] KULIGA, S. et al. Virtual reality as an empirical research tool — Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. **Computers, Environment and Urban Systems**, Califórnia, Estados Unidos, v. 54, p. 363–375, 2015.

[5] ZANCANELI, M. et al. Os softwares de realidade virtual para o projeto de arquitetura na era da quarta revolução industrial: uma análise comparativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1-16.

[6] GROETELAARS, N. **Criação de modelos BIM a partir de" nuvens de pontos": estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica**. 2015. 372 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Orientador: Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim.

[7] GROETELAARS, N.; AMORIM, A. Dense Stereo Matching (DSM): conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias. In: SIGRADI, 2012; FORMA (IN) FORMAÇÃO, 2012. **Anais** [...]. Fortaleza: Sigradi, 2012, p. 361-365.

[8] TOTTEN, C. **An architectural approach to level design**. Virginia: CRC Pres T&F Group, 2014.