



O uso da ferramenta digital *laser scanner* para a documentação do patrimônio moderno: bloco CM. UFCG. 1977.

Alcília Afonso¹, Ivanilson Pereira², Matheus Simões³

¹Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
54.783-010 – Camaragibe – PE – Brasil

²Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
58.175-000 – Cuité – PB – Brasil

³Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
58.428-200 – Campina Grande – PB – Brasil

kakiafonso@hotmail.com, ivanilsonrochal@hotmail.com,
matheusista@gmail.com

Abstract. *This paper presents results of architectural documentation using laser scanning technology called laser scanner. This high precision 3D remote measurement and digitalization technology allows you to perform three-dimensional and two-dimensional surveys, translated into documentations of objects of special technical complexity. From this instrument, sweeping was applied to the CM Administrative Pavilion (1977), at UFCG. The objective is to disseminate the technology, with its possibilities and benefits, as well as to influence its application to the other objects that are in the process of mischaracterization, to rescue and safeguard their authenticities.*

Resumo. *Esse artigo apresenta resultados de documentação arquitetônica através do uso da tecnologia de varrimento a laser denominada laser scanner. Essa tecnologia de medição e digitalização remota 3D de alta precisão permite executar levantamentos tridimensionais e bidimensionais, traduzidos em documentações de objetos de especial complexidade técnica. A partir desse instrumento, aplicou-se o varrimento ao Pavilhão Administrativo CM (1977), na UFCG. O objetivo consiste em difundir a tecnologia, com suas possibilidades e benefícios, bem como, influenciar sua aplicação para os demais objetos que se encontram em processo de descaracterizações, como forma de resgatar e salvaguardar suas autenticidades.*



1. Introdução

O presente artigo apresentará os resultados do processo de documentação digital de um dos exemplares da arquitetura moderna de Campina Grande-PB, por meio da utilização de uma tecnologia de varrimento a *laser*, denominada *laser scanning*. Essa tecnologia de medição e digitalização remota 3D de alta precisão, permite executar levantamentos tridimensionais e bidimensionais, contribuindo na documentação de projetos de especial complexidade técnica. O levantamento é feito por meio do *laser scanner*, aparelho responsável por emitir feixes de *lasers*¹, estes ao atingirem uma superfície, retornam ao *scanner* uma nuvem de pontos georreferenciadas que reproduzem a forma externa da edificação ou de um espaço interno a ser documentado.

O objeto de estudo trata-se do pavilhão administrativo CM, uma obra moderna construída no campus sede da Universidade Federal de Campina Grande (PB), durante os anos 70, que comporta atividades administrativas de graduação e pós-graduação, bem como laboratórios e salas de estudos, integradas ao Centro de Ciências e Tecnologias do campus/(CCT). O pavilhão foi projetado pelo arquiteto recifense Tertuliano Dionísio da Silva (1931, 1983), que possuiu um importante papel na difusão da arquitetura moderna no Nordeste e na cidade de Campina Grande – (PB).

A abordagem desta pesquisa traz como objetivo a difusão das vastas possibilidades e benefícios oferecidos pela utilização da tecnologia de *laser scanning* na documentação de objetos arquitetônicos, bem como ressaltar a influência da sua aplicação para os demais acervos arquitetônicos que se encontram em processo de descaracterização e/ou demolição, como forma de salvaguardar obras de estimada relevância arquitetônica.

Justifica-se trazer à tona o estudo de caso dessa obra pois, a partir de estudos acadêmicos realizados, detectou-se sérios problemas de descaracterizações e manifestações de elementos parasitários, que estão ameaçando a integridade de elementos importantes de sua composição arquitetônica, uma vez que a obra não é protegida por leis de preservação. Soma-se ao mal estado de conservação a falta de sensibilidade dos responsáveis pela conservação física da obra, assim como, a falta de conhecimento desse acervo pela comunidade.

Como metodologia de investigação, é proposto a explanação das etapas de operação e processamento do aparelho *laser scanner*, resultadas de um *workshop* e curso prático organizados pelo Grupo de Pesquisa Arquitetura e Lugar (GRUPAL), em parceria com um especialista em cadastramento territorial 3D e sistemas de geoinformação, a alunos e profissionais vinculados ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Para subsidiar o processo metodológico é adotada a revisão bibliográfica da tese doutoral de Araújo (2015), como instrumento de fundamentação ao uso da tecnologia *laser scanning*, assim como a investigação de pesquisadores regionais que contribuem para a compreensão do cenário local em que a obra selecionada está inserida. Estudos de Afonso (2008), Afonso e Menezes (2015), Queiroz e Rocha (2006), são fundamentais na compreensão da implantação e difusão da arquitetura moderna na região Nordeste.

¹ Sigla inglesa para *light amplification by stimulated emission of radiation*, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação.



2. Desdobramento da pesquisa

2.1. Fundamentações teóricas: ferramentas digitais à serviço da modernidade arquitetônica

A modernidade arquitetônica no Nordeste é um dos movimentos que ajudam a contextualizar o objeto de estudo em sua concepção arquitetônica e execução, a compreensão desses aspectos ampliam e esclarecem os valores simbólicos e arquitetônicos que serão levantados nas discussões, que envolvem a preservação e conservação do objeto em estudo. Partindo dessa perspectiva, tem-se a relevância da compreensão de como a arquitetura moderna manifestou-se na região

Autores que discutem sobre o processo de modernização na cidade de Campina Grande afirmam que, em um primeiro plano, a produção arquitetônica local foi resultado da atuação de profissionais oriundos de outros lugares, no entanto, simultaneamente a essa produção, começou-se a “enraizar-se em solo campinense, encontrando seus seguidores locais, que, com maior ou menor intensidade, absorveram, reinventaram e puseram em prática as concepções projetuais modernas.” (QUEIROZ e ROCHA, 2006, p.05).

Esse processo envolveu a participação de profissionais vindos da Escola do Recife (AFONSO, 2008), arquitetos recém formados pela Escola de Belas Artes de Pernambuco – EBAP, encontraram em Campina Grande um solo fértil para desenvolverem suas propostas modernas e explorarem suas práticas individuais, alguns nomes ganham destaque, tais como: Tertuliano Dionísio, Heitor Maia Neto, Mauricio de Castro, Reginaldo Esteves, Waldeci Pinto, Paulo Vaz, Marcos Domingues, Carlos Correia Lima, Edison Lima, Augusto Reynaldo, Dílson Mota, Hélio Moreira e Ana Regina Moreira.

A conjuntura da produção resultante desse período contribuiu na formação de um vasto acervo de obras modernas na cidade, onde as construções não apenas compõem o cenário urbano de Campina Grande, mas também representam a dedicação de arquitetos inovadores que se negaram a ‘importar’ modelos vindos da Europa, mas buscaram adaptar seus projetos com soluções voltadas ao clima, as necessidades e a cultura local. (AFONSO e MENEZES, 2015, p.07).

A urbanização acelerada é um fenômeno cada vez mais presente nas grandes e médias cidades brasileiras, diante disso, a tendência é que aos edifícios mais antigos sejam propostas novas tipologias arquitetônicas, novos programas, novas necessidades que, infelizmente, não consideram a importância de se preservar suas estruturas existentes, produções muitas vezes de alto valor arquitetônico e cultural, e que acabam por ser substituídas e adentram em um processo de esquecimento. A cidade de Campina Grande passa por um processo de descaracterização de seu patrimônio arquitetônico e urbanístico, cresce assim uma necessidade emergencial da academia em contribuir na disseminação de novas tecnologias para a salvaguarda do patrimônio edificado.

Mediante essa problemática pertinente e atual, tem-se a relevância em relacionar os usos de novas tecnologias no processo de documentação e conservação de patrimônios históricos, como ferramentas de controle aos processos que ameaçam a autenticidade e integridade dessas obras. A tecnologia de *laser scanning*, como será explanado, traz consigo diversas vantagens práticas na rapidez da digitalização do acervo, qualidade na representação em documentos digitais e possibilidade de medição dinâmica de distâncias em detalhes construtivos. Contribui-se assim com o fomento na produção de inventário



de obras e pesquisas que utilizem mais essa tecnologia, até então pouco utilizada em território nacional.

Ao sistematizar as principais ferramentas digitais (Tabela 1) que podem ser utilizadas à serviço da documentação do patrimônio arquitetônico (moderno ou não), Lima (2014) inclui o escaneamento 3D como uma estratégia de captação de modelos físicos para o processamento digital.

Tabela 1. Ferramentas digitais que podem ser utilizados na documentação de objetos arquitetônicos e suas principais características

representação técnica	- uso de CAD no desenho técnico, elaboração de projeções planas, melhorando a características gráficas, a execução precisa e rápida, o automatismo de diversas exigências técnicas, a produção de múltiplas cópias, etc.
modelagem tridimensional	- softwares para representação tridimensional, visualização sob inúmeros pontos de vista, simulação visual de características, recursos técnicos de desempenho e também a inclusão de novas características entre aplicativos diferentes.
modelagem paramétrica / BIM	- programas gráficos baseados em parâmetros e hierarquias, desenvolvimento de segmentos específicos constituídos por variações válidas, componentes, conexões e agrupamentos. Além disso, a representação digital do processo de construção para facilitar o intercâmbio e a interoperabilidade da informação no formato digital.
recursos generativos e de performance	- softwares com recursos de algoritmos randômicos, evolutivos, etc. Também processos capazes de modelar as geometrias segundo simulação de melhor desempenho de conforto térmico, acústico, lumínico, etc.
fabricação digital	- ferramentas de fabricação computadorizada, recursos de corte laser, fresadoras para desbaste tridimensional, impressoras laser, equipamentos de técnicas formativas tais como dobragem, prensa, moldagem a vácuo, térmica, etc.
escaneamento 3D	- varredura de dados 3D, captura de modelos realizados fisicamente e que podem sofrer processos digitais, aplicação de novas camadas de ajustes ou mesmo impressão em novos materiais.
ambiente virtual imersivo	- ambientes virtuais acessados por capacetes, luvas, na interação com cenários que permitem um espaço interativo, lidando com o corpo e as percepções das relações espaciais de modo sinestésico.

Fonte: LIMA, 2014, p. 116.

Araújo (2015) publicou uma obra essencial para a compreensão do uso e aplicação dessa tecnologia, ao desenvolver sua tese doutoral submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, intitulada “Cadastro 3D no Brasil a partir da varredura a *laser* (*laser scanning*)”. Nesta tese o autor procurou propor alternativas para um Cadastro 3D no Brasil utilizando dados provenientes de varredura a *laser* aéreo e terrestre, a partir de técnicas até então pouco difundidas no cenário nacional, comparando-as com as inovações já disponíveis no âmbito internacional.

No entanto, a captação de pontos tridimensionais não é uma exclusividade da tecnologia de varredura a *laser*, ainda segundo o autor, existe um vasto campo de técnicas de levantamentos e procedimentos que se adequam as particularidades de cada objeto analisado, e variam por diferentes níveis de complexidade, extensão, viabilidade, entre outros.

“Levantamentos manuais podem fornecer dimensões e posicionamento num raio de poucos metros, é impraticável para áreas maiores; e, na coleta de muitas medidas (por exemplo, 1.000 ou mais) seria muito trabalhoso e,

consequentemente, um processo pouco atraente. Fotogrametria e varredura a laser (Laser scanning) poderiam ser utilizadas para fornecer um número maior de medições para áreas de tamanhos similares e, também, são apropriados para objetos mais complexos. Ambas as técnicas podem também ser implantadas do espaço aéreo, de modo a fornecer dados de pesquisa abrangendo áreas muito maiores. Enquanto o GNSS (Global Navigation Satellite Systems – Sistema Global de Navegação por Satélite) pode ser utilizado para levantamentos em áreas de mesmo tamanho, o número de pontos coletados é limitado em comparação às técnicas aéreas, ou mesmo orbitais. A varredura a laser, seja aérea ou terrestre, é uma das técnicas que permite a coleta de uma grande quantidade de informações tridimensionais em um curto período de tempo.” (ARAÚJO, 2015, p.30)

Por sua ampla escala de aplicação, a tecnologia de varrimento a *laser* pode ser utilizada para atender a diferentes campos de estudos, tais como: geologia, agrimensura, topografia, construção civil, mineração, arqueologia, urbanismo, entre outros. A aplicação dessa tecnologia na arquitetura possibilita criar documentação 2D e 3D precisa, para facilitar reformas, revitalizações e mudanças, monitorar estruturas ao longo do tempo, e executar uma pré-fabricação de componentes para construção fora da obra,

Especificamente para a área patrimonial facilita o acesso à informação e a documentação do patrimônio, ao permitir capturar detalhes de superfícies e possibilitar o desenvolvimento de modelos 3D para o uso em projetos de restauração; documenta as condições em que se encontra a preservação de construções históricas; determina os danos e patologias existentes; e também pode ser utilizada de forma preventiva através da monitoração contínua.

2.2. Contextualização: arquitetura e lugar

A cidade de Campina Grande está localizada na região Agreste, na Serra da Borborema da Paraíba (Figura 1). A cidade é considerada polo de oito microrregiões que compõem o Compartimento da Borborema – área que abrange 79 municípios, cerca de 40% do território paraibano e uma população que soma mais de um milhão de habitantes – a cidade exerce assim, uma influência econômica em limites que transpõem fronteiras estaduais, tornando-se, uma das mais importantes de todo o Nordeste.



Figura 1. Escalas de localização do objeto de estudo. Fonte: Ivanilson Pereira, 2019.



A origem do pavilhão administrativo analisado envolveu uma série de fatores históricos e geográficos, que tiveram como princípio a necessidade de criação de um espaço que pudesse contemplar a futura expansão de ensino da universidade com a criação de diversos cursos da área de ciências e tecnologia. Com isso, a implantação do edifício é proposta na área pertencente ao Centro de Ciências Exatas e Tecnologias – CCT, da Universidade Federal de Campina Grande, situado na delimitação norte do campus, onde encontram-se os centros de coordenações das Engenharias.

A necessidade era de blocos que pudessem comportar áreas administrativas de graduação e pós-graduação e que, ao mesmo tempo, pudessem oferecer suporte para os alunos com laboratórios e salas de estudo. O projeto arquitetônico foi replicado duas vezes, possuindo assim, três edificações que adotaram o modelo projetado: os Blocos CM, CN e CL. Entretanto, essas replicações se diferenciam do projeto original, ao repensar algumas soluções climáticas previstas anteriormente, como a não utilização de peitoris ventilados por elementos vazados.

2.2. O arquiteto Tertuliano Dionísio e a obra do bloco administrativo CM. UFCG. 1977.

Tertuliano Dionísio foi um arquiteto recifense que nasceu no ano de 1931. Foi aluno da chamada Escola de Recife (AFONSO, 2008), podendo ser assim considerado “discípulo”, pois seguiu e deu segmento às aprendizagens recebidas através de seus mestres e professores, levando dessa forma, tal experiência para as suas práticas individuais. Sua formação acadêmica teve o nome de arquitetos e professores tais como Mario Russo, Acácio Gil Borsóí, Delfim Amorim e Heitor Maia Neto, entre outros.

Tertuliano possuiu um legado na cidade de Campina Grande - PB através da construção de obras tais como, a Escola Normal Padre Emídio Viana Correia (1970), Agenciamento paisagístico do monumento "Os Pioneiros" (1965), o fórum Afonso Campos (1977), o Clube do Trabalhador (1962) e inúmeras residências que ajudaram a engrandecer a arquitetura moderna na cidade.

Quanto as características geográficas e de implantação, o terreno onde o edifício está inserido possui uma declividade de aproximadamente 4m, que condicionou a distribuição do programa de necessidades em pavimentos diferentes. Além disso, o edifício está setorizado conforme a sua adequação no terreno, com um bloco de dois pavimentos de seção 27.50m x 12.60m na cota topográfica inferior e outro de mesmo dimensionamento na cota topográfica superior. A conexão entre os pavimentos é estabelecida através de um volume central de transição que abriga a caixa de escada central em “U” de 4.60m x 5.30m e que também concentra as instalações hidros sanitárias de banheiros e serviços.

O edifício apresenta critérios projetuais da modernidade arquitetônica, tais como o uso da modulação estrutural, no caso em questão de 3m x 5m, que influencia na composição da fachada ao criar uma relação rítmica. A estrutura utilizada é de concreto e ela enfatiza a atenção aos detalhes, o arquiteto usa de elementos como cobogós, utilizados para entrada de ventilação no edifício pela circulação, também com a intenção de proporcionar uma melhor relação interior/externo. As esquadrias são em madeira, solução atualmente obsoleta em edificações públicas, mas amplamente utilizadas na década de 70, elas são sombreadas por brises horizontais inclinados em placas de concreto

pré-moldado fixados através de apoios metálicos, ao observá-los considerando toda a fachada, formam uma malha horizontal de significativa riqueza plástica.

O uso de peitoris ventilados serviu como estratégia para garantir um melhor desempenho no conforto térmico da edificação, com um uso majoritário em turno diurno, a solução buscou maximizar a circulação de ventos nos ambientes internos como forma de dissipar o calor. O volume central, onde está alocado a caixa de escada, usa placas de concreto pré-moldadas e cobogós. O resultado (Figura 2) é uma arquitetura moderna de solução racional, que leva em consideração os aspectos topográficos e climáticos do lugar.



Figura 2. Fotomontagem do bloco administrativo CM. Tertuliano Dionísio. 1977.
Fonte: Matheus Simões, 2019.

3. Procedimentos metodológicos

A metodologia desenvolvida para o levantamento em *laser scanner* pode ser resumida em três etapas que serão apresentadas a seguir:

3.1. Configuração e operação do instrumento

Dos mais avançados instrumentos de levantamento para documentação no mercado aos mais clássicos e tradicionais, a calibragem é um procedimento que abrange diversos níveis de complexidade. No caso do *Laser Scanner*, essa etapa é fundamental e configura-se como o primeiro passo para ajustar o instrumento, visando sua posterior operação.

Esse processo envolve a configuração da velocidade da varredura e a quantidade de pontos a serem levantados, que possui impacto direto na qualidade dos resultados finais. Em casos de registros de plantas-baixas 2D, é indicado configurações com menor quantidade de pontos, visto que o principal objetivo é extrair informações acerca de dimensionamentos internos gerais, no entanto, para casos de documentação de objetos mais complexos, tais como a captura de detalhes em fachadas ou composições similares, é recomendada uma configuração que demande maior tempo de varredura e maior quantidade de pontos capturados.

No caso em estudo, optou-se por uma configuração padrão com um nível intermediário de qualidade, pois a fachada externa, devido a quantidade de detalhamento,

necessitava de uma varredura detalhada, ao mesmo tempo, não se buscou explorar a capacidade máxima de escaneamento a fim de simplificar a etapa de processamento. Para um melhor desempenho em seu funcionamento, o aparelho contém uma série de sensores de inclinação, altímetro, bússola e câmera fotográfica que se configuram automaticamente a depender do lugar onde o aparelho é posicionado, sem necessidade de regulagem manual, a fim de evitar imprecisões na leituras manuais de dados.

O processo de configuração do aparelho foi instruído pelo Dr. Adolfo Lino de Araújo durante um *workshop*² lecionado (Figura 3), para a execução do escaneamento no edifício de estudo.



Figura 3. Fotomontagem dos processos de configuração e instrução para operação do aparelho. Fonte: Acervo GRUPAL, 2018.

3.2. Levantamento em campo

A partir do momento em que o aparelho se encontra configurado, cabe ao operador a definição dos pontos de localização previstos para a implantação do instrumento (Figura 4). A definição desses pontos devem privilegiar uma boa visibilidade da fachada ou do ambiente interno, assim como, a depender do nível de complexidade do objeto a ser registrado, pode ser necessário um maior número de visadas, com o intuito de captar todas as informações necessárias.



Figura 4. Fotomontagem de definição das visadas em planta baixa (esquerda) e leitura nos pontos determinados (direita). Fonte: Acervo GRUPAL, 2018.

² Atividade prática promovida pelo Grupo de Pesquisa Arquitetura e Lugar/ Grupal intitulada: *Documentação de patrimônio histórico com Laser Scanner*, realizada no dia 10 de novembro de 2018, no campus sede da UFCG, com uma carga horária de 6h de atividades (teórica e prática).



Outro problema bastante recorrente é a obstrução total ou parcial do objeto analisado, que dificulta a leitura dos pontos enviados para essas superfícies. Em ambientes internos, a disposição dos mobiliários pode afetar o destino do feixe de *laser* e ocultar determinadas medidas, ou criar pontos “cegos” ao campo de visão do aparelho. Enquanto para leituras externas, a presença de barreiras naturais tais como: árvores, encostas ou rochas, podem implicar em um maior número de pontos de leitura, como estratégia recomenda-se sempre que possível estabelecer visadas que desviem desses elementos.

A dificuldade para locação do aparelho pode representar um entrave na leitura de elementos arquitetônicos como cobertas e subsolos, sendo necessário na maioria dos casos, a adaptação do aparelho a drones ou suportes manuais. Superfícies reflexivas também dificultam as varreduras, pois ofuscam ou redirecionam o feixe de *laser* para outro direcionamento, prejudicando o processo de georreferenciamento da nuvem de pontos, e inviabiliza a sua posterior etapa de processamento.. Devido a essas questões, é recomendado um bom preparo do ambiente de levantamento, cobrindo as superfícies reflexivas, quando possível, e posicionando o aparelho em locais estratégicos.

As leituras realizadas no bloco CM limitaram-se a medições externas, visto o curto período de tempo em que o aparelho estaria disponível para a execução das atividades práticas do *workshop*. A partir disso, foram definidos 15 pontos de visadas na fachada norte, pela sua vasta extensão e maior grau de complexidade, ela apresenta uma grande quantidade de esquadrias, detalhes de arremates de brises, peitoris ventilados e o desnível topográfico com muro de arrimo e escadarias.

Todo o processo de varredura foi realizado em um dia de inatividade do campus universitário e durou cerca de 2 horas, onde todos os dados foram armazenados em um cartão de memória interno próprio do aparelho. Durante a varredura, deve-se evitar que os operadores estejam posicionados no campo de visão entre o aparelho e a fachada, a fim de não prejudicar o direcionamento dos feixes de *laser*, também merece atenção evitar movimentações de pessoas próximas ao objeto, com isso é indicado a realização da leitura em horários de pouca movimentação no edifício.

Cada ponto de visada, representado por uma cor em um raio de abrangência (Figura 5), é um ponto de fixação do instrumento no qual foi lançado uma grande quantidade de feixes de *laser* para a construção da nuvem de pontos. Quanto mais pontos de leitura, maior a quantidade de nuvens de pontos geradas, e o equipamento consegue fornecer maiores informações daquele campo de visão do instrumento. A sobreposição de visadas ou a coincidência de ângulos entre elas não compromete os resultados, pois o sistema de georreferenciamento do aparelho permite identificar e agrupar pontos semelhantes na leitura dos dados, como será abordado adiante.

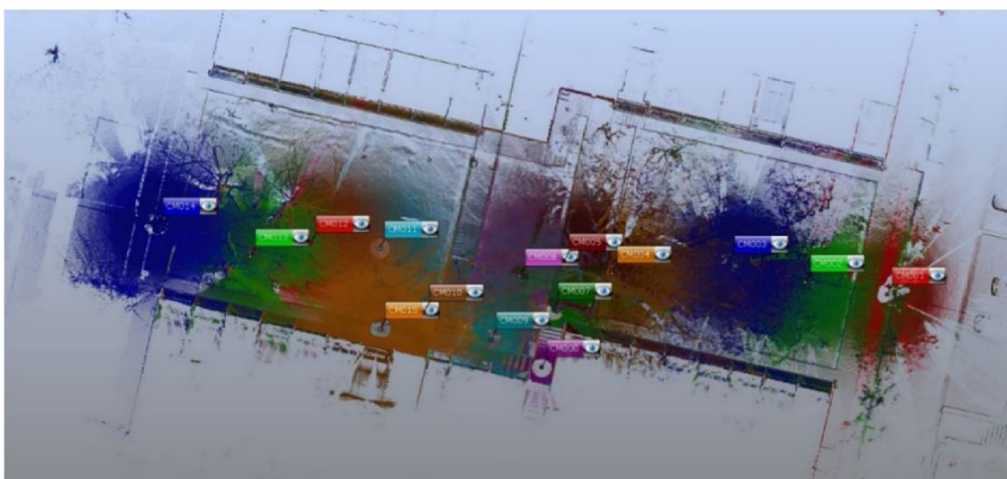


Figura 5. Localização dos pontos de implantação do aparelho e seus respectivos campos de leitura. Fonte: Imagens capturadas do software FARO Scene. 2018.

Contudo, o distanciamento do equipamento para com a fachada influencia no grau de detalhamento das imagens geradas, no caso em questão, o ponto CM015 foi posicionado com mais proximidade a fim de capturar com maior precisão os detalhes construtivos da esquadria do edifício; nos pontos CM007 e CM008, objetivou-se um maior detalhamento das patologias construtivas identificadas na fachada; enquanto que nos pontos CM001 e CM014, buscou-se uma visão mais generalizada do conjunto da fachada norte com as fachadas leste e oeste, respectivamente.

3.3. Processamento

Em um terceiro momento, iniciou-se a etapa de processamento, na qual foi utilizado o *software* Scene (Faro) da empresa fabricante do instrumento utilizado. Nesse programa, cada nuvem de pontos é importada separadamente e, no caso de estudo, foram importadas 15 nuvens de pontos. Uma das ferramentas do *software* é unir as nuvens de pontos, visto que de uma visada a outra, existem pontos capturados em comum e que precisam estar unidos a tal ponto de evitar efeitos de duplicação e afetar no dimensionamento do objeto levantado. Após a sobreposição das nuvens de pontos (Figura 6), o programa começa a processar todos os dados.



Figura 6. Fotomontagem da sobreposição da nuvem de pontos em modelo de visualização preto e branco (esquerda); e colorida (direita). Fonte: Imagens capturadas do software FARO Scene. 2018.

Este processo demanda tempo e máquinas com configurações gráficas razoáveis, sendo majoritariamente preferível o uso de aparelhos com placas de vídeo dedicadas. Finalizado o processamento, o *software* gera algumas visualizações padrões, como também oferece a possibilidade de arquivos editáveis, cabíveis de manuseio e edição em extensões do próprio *software*, bem como a flexibilidade de exportações em diversos formatos para operação em outros programas computacionais – a exemplo do Photoshop, Illustrator ou CorelDraw. A seguir serão apresentados os resultados obtidos com esse levantamento.

4. Resultados e análises

Como mencionado, o *software Scene* possui uma extensão de armazenamento e visualização, intitulada “*Scene2Go*”, que possibilita gerar visões panorâmicas e imersivas do edifício em 360° a cada ponto de visada onde o equipamento foi fixado e a possibilidade de medição virtual de distâncias. Essas funcionalidades representam um grande avanço do ponto de vista da documentação, pois apresentam valores com uma margem de erro de menos de 1% (ARAÚJO, 2015), haja vista, que em levantamentos convencionais a imprecisão dos instrumentos de medições geraria uma margem de erro bastante superior, e demandariam um maior período de tempo para a realização total da medição.

A utilização dessa extensão possibilita a revisão de informações quantitativas (altura, largura, espessura, comprimento) e qualitativas (patologias, intervenções, detalhes) sem a necessidade de retorno ao local do levantamento. A importância desse resultado é confirmada por Vázquez Ramos (2016):

“Posto que não são estáticas, mas dinâmicas, as representações digitais introduzem na pesquisa sobre arquitetura (histórica, crítica, analítica etc.) possibilidades de aproximação ao objeto arquitetônico que os meios analógicos tradicionais não contemplavam, como tampouco os desenhos originais. A mobilidade da imagem e a possibilidade de perambular pela obra, ainda que virtualmente, abrem um campo interpretativo desconhecido. Mesmo os trabalhos feitos com programas paramétricos podem trazer novos tipos de dados, como os quantitativos, que nunca antes foram usados em pesquisas históricas. Esses programas paramétricos são de grande valia para a reinterpretação de projetos complexos como os conjuntos habitacionais, que

requerem sistematização das informações sobre os elementos arquitetônicos dos projetos.” (VÁZQUEZ RAMOS, 2016, p.05)

A precisão encontrada nos resultados foi condizente ao propósito da realização do *workshop* – de produzir uma documentação arquitetônica digital do bloco administrativo CM através do *laser scanner*, o *software* é capaz até mesmo de medir distâncias considerando suas angulações e profundidades (Figura 7).

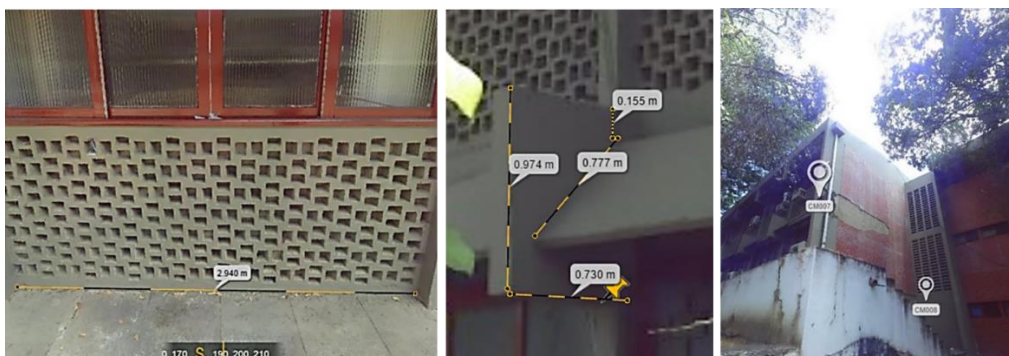


Figura 7. Sistema de medições quantitativas. Fonte: Imagens capturadas do software FARO Scene. 2018.

Dentre os materiais produzidos, o equipamento consegue gerar resultados de nuvens de pontos em escala de cinza (identificação e mapeamento dos pontos), coloridas (pigmentação dos pontos) e a própria imagem da edificação capturada pela câmera acoplada ao aparelho (suporte para a reconstrução de áreas de pontos obstruídos ou com presença de falhas).

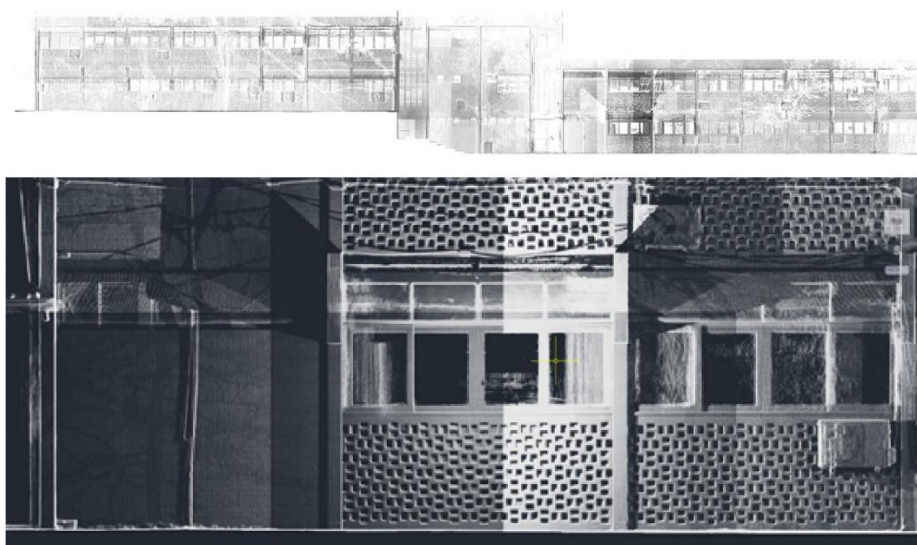


Figura 8. Fotomontagem de ortoimagem gerada na extensão Scene (superior) e inserida no software da Autodesk “AutoCad” (inferior). Fonte: Imagens capturadas do software FARO Scene e Autocad. 2018.

Essas ortoimagens (Figura 8), denominação para arquivos digitais elaborados a partir de uma base de dados decodificadas, possuem flexibilidade de exportação para formatos (CAD, REVIT, PDMS, JPEG, PNG e etc.) e podem ainda ser utilizadas para redesenhos técnicos e reconstruções virtuais do objeto registrado (Figura 9), apresentando-se como uma importante ferramenta de documentação e catalogação de arquivos digitais.

Quanto as limitações e dificuldades encontradas no processo de registro do pavilhão administrativo CM, o produto da nuvem de pontos apresentou falhas devido à presença de uma grande massa vegetativa onde o edifício está implantado e que, nas visadas estabelecidas para o equipamento, alguns feixes de *laser* foram impedidos de alcançar determinados pontos da fachada. Com isso, ressalta-se necessidade de consultar os registros fotográficos gerados pelo aparelho a fim de corrigir os locais com ausência de pontos georreferenciados. Associado a essa problemática, tem-se a dificuldade de acesso a cobertura do edifício, tornando inviável a posição do aparelho de forma a realizar a sua leitura.



Figura 9. Redesenho de fachada e reconstrução virtual 3D do bloco CM. Fonte: Ivanilson Pereira e Matheus Simões, 2018.

Por conseguinte, a produção apresentada nesse artigo é resultado de um *workshop* desenvolvido no referido campus, dessa forma, a limitação na carga horária para a realização desse evento implicou na restrição da documentação de apenas uma fachada do bloco, o que não desvalida o produto desenvolvido, tendo em vista o caráter de apresentação e fundamentação dessa tecnologia como uma nova proposta de ferramenta de documentação de patrimônios históricos.

5. Discussão

O desenvolvimento deste trabalho utilizando a tecnologia *laser scanning* certamente representa um grande avanço do ponto de vista da velocidade de documentação. Os métodos tradicionais de documentação arquitetônica envolvem o uso de uma série de equipamentos manuais tais como: fita métrica, níveis a *laser*, teodolitos, pêndulos de chumbo, telêmetros a *laser*, entre outros; que após o levantamento, são redesenhados manualmente em *softwares* computacionais como o AutoCAD. Apesar dos métodos apresentarem a possibilidade de serem utilizados em conjunto, o aumento



gradativo do nível de complexidade do objeto arquitetônico a ser analisado pode favorecer resultados imprecisos durante a medição.

Somado a isso, tem-se a necessidade em atualizar os acervos históricos das entidades e órgãos públicos que ainda dispõem dos materiais projetuais originais para plataformas digitais, como estratégia de salvaguardar essa produção e facilitar a manipulação deles. Assim como conseguir um modelo *as-built* preciso da edificação, tendo em vista que com o passar do tempo, as plantas 2D em CAD, além de terem sido executadas possivelmente com alterações devido à imprecisões, ficam obsoletas por transformações que corriqueiramente ocorrem nos edifícios públicos com o passar do tempo.

Entretanto, em muitas ocasiões é recorrente o levantamento *in loco* que, na maioria das vezes, não entregara grande precisão em superfícies mais complexas e de difícil acesso. O *laser scanner*, pelo contrário, oferece grande precisão e velocidade na coleta de dados, alcança superfícies de difícil acesso e gera ambientes de medidas desde plantas 2D e ambientes em 3D.

O *laser scanner* apresenta maior precisão comparado aos instrumentos tradicionais, capaz de detectar, até mesmo, problemas estruturais na edificação, como a flexão de vigas e pilares, que dificilmente são detectadas através da medição manual devido ao dimensionamento dos elementos. O papel que o levantamento possui, em geral, é imprescindível frente a atual conjuntura de constantes descaracterizações.

Diante do desdobramento da documentação tradicional associada as possibilidades de possíveis imprecisões de medição e representação gráfica, torna-se imprescindível uma rediscussão acerca da instrumentação do processo de documentação abordado. De fato, o ritmo das transformações nas cidades é gradativo e o patrimônio arquitetônico encontra-se em alerta, com isso, atualizar os antigos métodos torna-se uma prioridade para com a academia e instituições responsáveis pela documentação e preservação patrimonial.

A conjuntura atual de falhas na recuperação do patrimônio e de constantes acidentes que vem provocando danos de difícil reparo, traz à tona a necessidade de discutir a viabilidade da adoção dessa tecnologia e modos para torná-la um instrumento mais acessível para instituições de ensino, como universidades, e órgãos de salvaguarda de patrimônio. Cabendo ao poder público e a sociedade uma análise das vantagens e desvantagens que essa tecnologia oferece.

Por se tratar de uma tecnologia ainda não difundida em grande escala no cenário nacional, os altos custos para a aquisição dos equipamentos necessários para a documentação acabam tornando-se uma desvantagem em comparação aos meios de documentações tradicionais, que por sua vez apresentam maior acessibilidade. Consequentemente, para o processamento dos dados coletados pelo equipamento, é necessário a utilização de máquinas com configurações avançadas para a leitura, além da obtenção de *softwares* computacionais disponíveis no mercado de forma não gratuita. A carência de mão de obra qualificada para operação e processamento dessa tecnologia também se apresenta como um forte fator limitante para a utilização da tecnologia *laser scanning*.



6. Considerações finais

Esse artigo é um desdobramento de ações de ensino, pesquisa e extensão a nível de graduação e fomenta pesquisas na área de documentação desenvolvidas pelo grupo de pesquisa Arquitetura e Lugar, reconhecido pelo CNPq. Relacionada em específico a pesquisa PIVIC “Tertuliano Dionísio: A presença do arquiteto em obras modernas de Campina Grande.1960-1980.”, que estuda as obras modernas projetadas pelo arquiteto Tertuliano Dionísio. A documentação do edifício apresentado representa um ganho que prolonga sua memória como patrimônio moderno e do arquiteto Tertuliano Dionísio, contribuindo para o inventariado moderno da cidade e para o campo geral da Arquitetura e Urbanismo.

O levantamento realizado colabora para a formação de arquitetos sensíveis a necessidade e importância da documentação do patrimônio. Inclusive, este processo é fundamental para a construção de uma mentalidade voltada a conservação. Em meio a constantes negligências quanto ao estado da arte do patrimônio histórico, que se encontram em situações emergentes, com grande quantidade de patologias construtivas que podem levar a um colapso. A sensibilização por parte das instituições preservacionistas nos níveis federal, estadual e municipal é fundamental.

Destaca-se a importância de organizações como o DOCOMOMO Brasil a fim de atualizar o debate sobre patrimônio, trazendo à tona métodos de documentação que contribuam com as pesquisas, em seus respectivos avanços relacionados a precisão e agilidade. O método apresentado precisa ser mais difundido e alvo de estudos, alcançando o meio acadêmico através de workshops e oficinas práticas, a fim de construir novos campos de pesquisa que estudem a viabilidade dessas técnicas. Para que o uso dessas ferramentas seja refletido em documentações por parte de órgãos públicos e fomentem a conservação, e aperfeiçoe os processos de revitalização e restauro do acervo moderno.



Referências

- AFONSO, A. “La consolidación de la arquitectura moderna en Recife en los años 50”. Barcelona: tese doutoral apresentada para o departamento de projetos arquitetônicos da ETSAB/ UPC, 2006.
- AFONSO, A. “A Influência da escola do Recife na arquitetura de Campina Grande 1950-1970”. Belo Horizonte: 4º Seminário Ibero americano Arquitetura e Documentação, 2015.
- ARAÚJO, A. “Cadastro 3D no Brasil a partir de varredura a laser (laser scannig)”. Florianópolis: tese doutoral apresentada para o centro tecnológico do PPGEC/ UFSC, 2015. 178 p.
- LIMA, F. “Ferramentas Digitais na Conservação do Art Déco”. In: ARQdoc. III Seminário internacional sobre documentação do patrimônio arquitetônica com o uso de tecnologias digitais, 2014, João Pessoa. ARQdoc - Anais do Evento. João Pessoa: Editora UFPB, 2014.
- QUEIROZ, M. e ROCHA, F. “Caminhos da arquitetura moderna em Campina Grande: emergência, difusão e a produção dos anos 1950”. Recife: 1º Seminário DOCOMOMO Norte Nordeste, 2006.
- VÁZQUEZ RAMOS, F. “Redesenho. Conceitos gerais para compreender uma prática de pesquisa histórica em arquitetura”. *Arquitextos*, São Paulo, ano 17, n. 195.09, Vitruvius, ago. 2016.